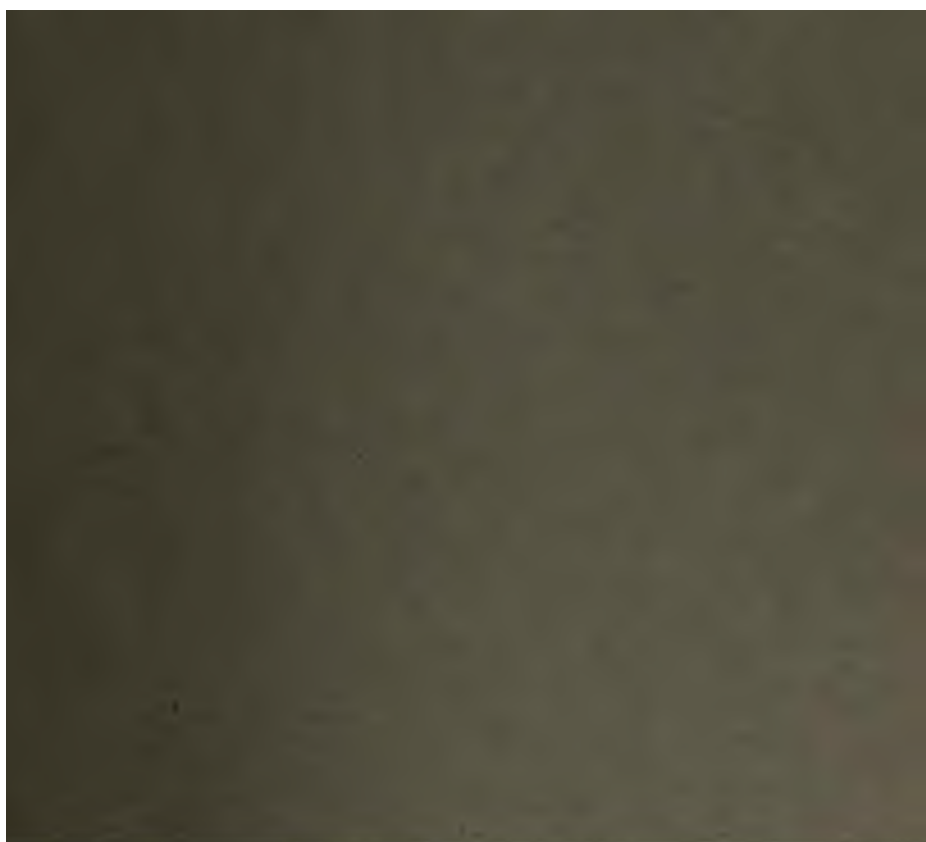

H LIBRARIES
274443 2







ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS.

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS

DE BELGIQUE.

DOCUMENTS SCIENTIFIQUES, INDUSTRIELS OU ADMINISTRATIFS, CONCERNANT L'ART DES CONSTRUCTIONS, LES VOIES DE COMMUNICATION ET L'INDUSTRIE MINÉRALE.

TOME XIV.



BRUXELLES,

B. J. VAN DOOREN, CHAUSSÉE DE WAVRE, 25.

1855—1856.

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS.

ÉTUDE

DES MOYENS PROPRES A SOUSTRAIRE LES OUVRIERS MINEURS AU DANGER D'ASPHYXIE A LA SUITE DES COUPS DE FEU;

PAR M. A. DE VAUX,

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES

Le 6 mars 1852 le grisou fit explosion dans les travaux de la houillère de Longterne-Ferrand, à Élouges (Hainaut). La commotion fut telle, que des éboulements considérables se produisirent en plusieurs points de la galerie de trainage, longue d'environ 600 mètres, ce qui arrêta presque complétement la circulation de l'air, et mit obstacle à la retraite et même au sauvetage de 63 ouvriers mineurs qui se trouvaient vraisemblablement au delà des éboulements. Ce qu'il y avait surtout de pénible dans cette occurrence, c'est que l'on avait tout lieu de croire que la voie supérieure dite *troussage*, était restée intacte et libre dans toute son étendue et qu'elle eût conduit rapidement jusqu'aux ateliers d'arrachement où gisaient probablement les victimes, si l'accès n'en avait été rendu impossible par la présence et la stagnation de gaz délétères en grande abondance.

Frappé de l'impuissance des moyens ordinaires de sauvetage dans des circonstances de ce genre, M. le ministre des travaux publics s'empressa de signaler cette lacune à l'académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Bruxelles, et lui exprima en même temps l'intention d'encourager par un subside, les travaux des hommes ingénieux qui parviendraient à étendre efficacement à ce sujet le cadre de nos ressources pour les travaux de secours.

S'associant à ces vues, l'académie, en séance du 5 juin suivant, après avoir entendu et approuvé le rapport de ses commissaires (*annexe n° 1*) ouvrit un concours extraordinaire sur la question ainsi formulée :

« Indiquer un procédé pratique, d'un emploi commode » et sûr, qui permette à l'homme de pénétrer sans délai, à » de grandes distances, de séjourner, de s'éclairer et d'agir » librement dans des excavations envahies par des gaz nui- » sibles. »

Le prix fondé par l'académie consistait en une médaille d'or, et le subside susmentionné du gouvernement fut fixé, par arrêté royal du 6 juillet 1852, à une somme de 2,000 fr. Neuf mémoires furent envoyés en réponse avant le terme assigné au concours.

L'analyse de ces mémoires, faite par les commissaires de l'académie, se termine par les conclusions négatives ci-après :

« En somme, l'appel fait par l'académie n'a pas amené » une solution satisfaisante de la question posée.

» Quelques concurrents ont, il est vrai, reproduit, perfec- » tionné ou imaginé des systèmes plus ou moins ingénieux, » mais aucun n'a établi, pour le sauvetage dans les circon- » stances données, un moyen pratique auquel on puisse ac- » corder toute la confiance que le cas exige.

» Il n'y a, du reste, pas lieu de s'étonner de ce résultat » quand on songe que depuis près d'un siècle l'attention est » éveillée sur cet objet, auquel se rattachent les intérêts les » plus puissants et dont se sont incessamment occupés phi-

» lanthropes, ingénieurs et tout ce qu'il y a de distingué dans » les carrières libérales et industrielles.

» On ne doit pas s'étonner non plus que, faute de pouvoir » attaquer de front les difficultés du sujet, on ait générale- » ment essayé de tourner la position, en dirigeant ses efforts » vers les moyens, soit d'empêcher l'accumulation acciden- » telle de gaz nuisibles dans les travaux des mines, soit de » mettre à la portée des mineurs les appareils nécessaires » pour se prémunir contre l'influence désastreuse de ces gaz.

» Ramener la question sur ce terrain, c'était rentrer dans » la voie ouverte par l'académie en 1840, lorsqu'elle insti- » tua un concours sur les moyens *de soustraire les travaux » d'exploitation des mines de houille aux chances d'explosion*, » et, accessoirement, d'en atténuer les conséquences.

» Il est bien vrai qu'à ce point de vue la matière n'a pas été » épuisée; il est permis de penser que la science et la pratique » n'ont pas dit leur dernier mot; mais l'académie a eu à juger » alors des mémoires très-remarquables, et elle est en droit » d'exiger aujourd'hui autre chose que des répétitions. Or, il » s'en faut de beaucoup qu'en ce genre les nouveaux con- » currents se montrent supérieurs aux rivaux du précédent » concours, et si quelques conceptions nouvelles apparaissent » çà et là dans les réponses soumises à l'appréciation de l'a- » cadémie, elles sont en général incomplètes et dépourvues de » ce cachet indispensable de spécialité, de cette connaissance » intime des moindres particularités de l'exploitation des » mines, sans lesquels elles restent stériles pour la pratique.

» Ces observations suffisent pour justifier la conclusion : » que personne n'a traité la question proposée avec assez de » succès pour acquérir des droits aux récompenses hono- » rifiques ou pécuniaires qui y étaient attachées. »

Il serait sans intérêt de retracer ici, même sous forme de résumé, toutes les dispositions indiquées par les divers concurrents; mais nous croyons utile de dire quelques mots de certaines idées neuves qui se sont fait jour dans cette lutte.

Ainsi dans le mémoire n° 3, portant pour devise : « *Le sentiment qu'on éprouve à sauver son semblable est, pour l'homme de cœur, la plus douce des récompenses* », l'idée dominante est d'appliquer au sauvetage dans les mines les principes de l'appareil Paulin. Une blouse imperméable, fermée à la ceinture et aux poignets, et surmontée d'un casque léger, qui enveloppe toute la tête, sert d'abri à l'homme qui veut pénétrer dans le mauvais air. Un tuyau élastique, qui peut se développer sur 1,000 mètres et plus de longueur, est destiné à amener dans l'enveloppe l'air fourni par l'action d'une pompe foulante établie, au plus près, en un point de la mine, ou de la surface, où l'on est certain de puiser de l'air non altéré. La bobine employée pour ne développer le tuyau adducteur de l'air qu'au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point de départ, est fort ingénieusement combinée. Le petit chariot sur lequel elle est montée serait d'un grand secours pour ramener les blessés en bon air ; en un mot, ce système pourrait être avantageusement appliqué dans des excavations où l'on n'aurait aucun sujet de craindre que des avaries au tuyau à air ne vinssent mettre en danger l'existence des travailleurs.

C'est la considération de ce danger, dans des galeries ébouleuses, et la complication du système s'il s'agissait d'alimenter la respiration d'un grand nombre de travailleurs à la fois, qui ont surtout frappé les juges du concours et ont motivé leurs conclusions négatives.

Dans le mémoire n° 7, portant pour devise : *X, Y, Z*, on développe cette pensée, que pour se soustraire aux chances d'asphyxie, chaque ouvrier doit emporter avec lui, en même temps que sa lampe de sûreté, son appareil protecteur contre les gaz méphitiques. Ce dernier appareil se compose de trois parties :

1° Un réservoir portatif rempli d'air comprimé à 100 atmosphères ;

2° Une boîte régulatrice ;

3° Un tube d'aspiration muni des accessoires nécessaires pour que la respiration s'opère sans danger. Le tout n'offre guère que le volume d'un cylindre de 50 centimètres de long sur 11 centimètres de diamètre, et ne pèse pas plus de 5 à 6 kilogrammes.

Ainsi pourvu, chaque homme, dit le mémoire, pourra respirer et agir librement pendant 40 minutes (soit 25 minutes), ce qui lui donnera le temps de regagner le puits.

Prévoyant le cas d'éboulements qui mettraient obstacle à la sortie immédiate, l'auteur a disposé çà et là dans la mine de grands réservoirs d'air comprimé, qui pourraient alimenter chacun la respiration de vingt hommes pendant 12 à 15 heures, ce qui donnerait généralement le temps de rétablir l'aérage de la mine; sans compter que ces réservoirs fixes, restant en communication avec la pompe foulante par l'intermédiaire du tuyau qui sert à les remplir journellement d'air comprimé, on pourrait, en faisant travailler incessamment la pompe après un sinistre, remplacer plus ou moins complétement l'air soutiré de ces réservoirs par les ouvriers de la mine.

Ce moyen n'a pas été repoussé d'une manière absolue; on a même fait remarquer que, s'il pouvait devenir pratique, il conviendrait très-bien par les cas d'altération de l'air sans éboulement, comme cela a souvent lieu à la suite des coups d'eau et dans d'autres circonstances; mais on a reproché, avec raison, à l'auteur de n'avoir fait ou cité aucune expérience qui autorise à porter la compression de l'air des réservoirs à 100 atmosphères. Il fallait évidemment écarter, à ce sujet, les doutes qu'il est permis de conserver sur la manière dont se comporteraient, sous une pareille pression, la pompe, les tuyaux, les robinets ou obturateurs, la boîte régulatrice, etc.; on a dû lui reprocher en conséquence de n'avoir pas assez étudié son sujet au point de vue pratique.

Enfin, l'auteur du mémoire n° 8, le sieur Thomas y Hall, de Newcastle, qui a naturellement renoncé à concourir en

signant son œuvre, a émis l'idée d'établir à demeure dans toutes les mines dangereuses, un système général de tuyaux d'aérage et des chambres ou refuges où les mineurs puissent au besoin s'abriter contre l'invasion des gaz irrespirables. Ces tuyaux sont indépendants du mode ordinaire de ventilation. Ce n'est qu'en cas de nécessité qu'on y fait circuler, à l'aide d'un moteur quelconque, l'air nécessaire aux besoins des travailleurs et à l'assainissement des chambres de retraite. Les mineurs employés au sauvetage y sont équipés et traités à peu près comme dans le mémoire n° 3, sauf qu'ils portent avec eux un petit tuyau en caoutchouc d'une cinquantaine de mètres de longueur, qu'ils n'ont qu'à visser sur des embouchures ménagées au tuyau général pour se placer dans le courant artificiel d'air pur dont on vient de parler.

On a vu dans le travail de M. Hall la preuve d'une certaine habileté pratique et le germe de dispositions heureuses; mais la précipitation évidente avec laquelle l'auteur a procédé a, sans doute, contribué aux imperfections de son œuvre qui est restée incomplète, qui n'a été justifiée par aucun essai ni par aucune expérience concluante, et qui laisse à désirer pour la sûreté de ceux qui se dévouent au sauvetage.

De notre côté, après avoir rempli la tâche de commissaire rapporteur, nous avons exposé à l'académie, dans la séance du 6 novembre 1854, quelques idées nouvelles qui peuvent n'être pas sans intérêt.

« Nos efforts, avons-nous dit, tendent à faire en sorte » qu'après un coup de feu qui viendrait à éclater en dépit de » tous les soins recommandés pour le prévenir, la ventila- » tion continue à s'opérer sans interruption dans toutes les » parties de la mine. »

» On sait depuis longtemps par l'expérience que dans ces » terribles explosions, véritable fléau de l'exploitation des » mines à grisou, les ouvriers ont moins à redouter les effets

» immédiats du feu et de la violence du choc que les conséquences des dégradations produites dans les travaux par la commotion. Ces dégradations sont généralement de deux espèces : d'une part, les portes d'aérage sont arrachées ou cessent de fonctionner, d'autre part, il se produit en différents points des éboulements qui viennent obstruer les voies. De là résulte une suspension presque absolue de la ventilation dans certaines parties de la mine, et cette circonstance coïncidant avec celle de l'altération de l'air par la combustion du grisou, l'asphyxie est imminente pour quiconque a survécu à l'explosion proprement dite. On peut d'ailleurs sans crainte d'exagération poser en fait que cette cause médiate de destruction opère pour plus des trois quarts dans le nombre des victimes des coups de feu. C'est à ces malheureux qu'il s'agit de venir en aide, et c'est vers ce résultat que nous croyons marcher en proposant l'adoption des mesures préventives ci-après :

1° « N'établir des portes d'aérage qu'en des points tellement solides, ou tellement consolidés, qu'il ne puisse, en aucun cas, s'y produire d'éboulement.

2° » Apporter à la construction de ces portes tous les soins et toute la perfection nécessaires pour qu'elles ne puissent être détruites par une explosion de grisou et qu'elles se referment d'elles-mêmes immédiatement après le coup [1].

3° » Visiter attentivement toutes les galeries de la mine à l'effet de distinguer les points faibles, c'est-à-dire où il est possible d'admettre qu'un coup de feu vienne déterminer des éboulements et, dans chacune de ces parties, établir à

(1) Il serait bon, et cela n'est pas impossible, que ces portes s'ouvrissent indifféremment dans les deux sens.

On pourrait, en outre, pour plus de sûreté et pour prévenir le cas de débris lancés sur le sol et qui empêcheraient les portes de se refermer, établir à proximité de chacune de celles-ci une porte auxiliaire suspendue à un axe horizontal, et relevée contre le toit dans une position telle qu'elle ne puisse être endommagée par la commotion, mais que l'effet de celle-ci soit de dégager la porte de son arrêt et de lui faire aussitôt prendre la position verticale.

» demeure, sous le sol, dans le toit ou dans une des parois » de la galerie, un tuyau d'un diamètre convenable (30 à » 50 centimètres), qui assure, en cas d'éboulement, une » circulation suffisante et non interrompue de l'air dans toute » l'étendue des travaux.

4° » Attacher une grande importance à ce que l'appareil » moteur de la ventilation (mécanique ou autre) soit à l'abri » de toute détérioration en cas de coup de feu. »

» Que l'on ne dise pas qu'il est impossible de confectionner des portes dans les conditions demandées. L'objection serait fondée si, comme aujourd'hui, on n'avait recours qu'à des ouvriers mineurs ou à des charpentiers des mines, mais elle disparaîtra du moment où la construction de semblables portes et de tous les accessoires sera confiée aux soins de constructeurs mécaniciens habiles.

» Nous admettons qu'il y ait quelque difficulté à reconnaître à l'avance les parties faibles d'une galerie qui pourraient faire défaut et s'ébouler en cas d'explosion, mais les praticiens conviendront que cette détermination n'est pas impossible, et qu'elle serait même rarement difficile pour un maître mineur exercé et attentif qui prendrait le soin de bien examiner le terrain au fur et à mesure de l'établissement des voies. L'accomplissement de cette tâche aurait, au surplus, l'immense avantage d'amener une grande amélioration dans l'état gnéral des voies, attendu qu'on aurait intérêt à redoubler d'attention dans les moyens de soutènement pour échapper, autant que possible, à l'obligation toujours coûteuse et assujettissante d'établir les tuyaux de secours dont il est question. »

Les observations critiques qui ont été faites à ce sujet par des personnes très-compétentes nous ont démontré la nécessité de quelques explications pour mieux préciser le système dont nous avons parlé.

Nous dirons donc, en ce qui concerne les portes d'aérage, que nous voudrions qu'aux portes ordinaires ne s'ouvrant

que dans un sens, grossièrement confectionnées et légèrement assujetties dont on se contente aujourd'hui dans les galeries de mines, on substituât, pour les mines à grisou, d'autres portes d'une manœuvre également facile, s'ouvrant *indifféremment dans les deux sens* et se refermant d'elles-mêmes à l'aide de ressorts ou de contrepoids; nous voudrions que la confection, l'assemblage et la pose de ces portes, du châssis et des accessoires fussent confiés aux soins d'ajusteurs habiles qui, rendus attentifs à la violence des chocs en cas d'explosion, parviendraient vraisemblablement à construire le tout de manière à éviter la destruction par les coups de feu; nous comptons à cette fin, indépendamment des garanties de stabilité inhérentes à une exécution soignée et intelligente, d'une part, sur la condition éminemment favorable que présente une porte de s'ouvrir indistinctement dans les deux directions, et, d'autre part, sur la recommandation formelle de ne reculer, au besoin, devant aucune dépense, de ne négliger aucun moyen de consolidation des roches aux abords de ces portes, pour empêcher qu'il puisse s'y produire des éboulements.

Inutile de faire observer qu'il ne s'agit point ici de ces portes *flottantes* à axe horizontal, décrites dans plusieurs publications, et connues en pratique comme appareils de réserve ou de secours destinés à ne fonctionner que lorsque les portes ordinaires sont arrachées; nous avons eu soin de distinguer les deux espèces de fermeture et n'avons conseillé l'emploi des portes flottantes à axe horizontal que, pour plus de sûreté, au cas de débris lancés sur le sol qui empêcheraient nos portes principales de se refermer.

Quant à celles-ci, elles ne diffèrent des portes ordinaires que par la solidité, la précision et l'intelligence apportées à l'exécution, par la condition de manœuvrer indifféremment dans les deux sens, et par les soins minutieux prêtés à la consolidation de la galerie aux abords des portes.

Admettant donc qu'on parvienne à assurer la fonction

efficace des portes d'aérage après les coups de feu, il nous restait à pourvoir partout à la ventilation en dépit des éboulements qui peuvent se produire çà et là dans les voies.

Or, c'est à ce point de vue que nous demandons une étude attentive de toutes les galeries, à l'effet de désigner *à priori* les parties douteuses, c'est-à-dire où l'on pourrait craindre qu'une forte commotion provoquât des éboulements. Nous regardons comme sérieuse l'objection qui nous est faite touchant la difficulté d'une semblable détermination. Toutefois, le but nous paraît si important, que nous prierons à notre tour les intéressés, de ne repousser qu'après des essais consciencieux et persévérants l'adoption de la mesure que nous leur conseillons et qui aurait au moins pour résultat d'éveiller incessamment l'attention des chefs mineurs sur la disposition et l'étançonnage des remblais, et de contribuer à l'amélioration de l'état général des voies.

Nous rappellerons d'ailleurs, en faisant parler l'expérience, que, toutes choses égales, c'est particulièrement dans les coudes brusques, ou aux croisements des voies que des éboulements se produisent; et nous ajouterons que si, comme il y a lieu de l'espérer, nos portes d'aérage s'ouvrent toujours librement et cèdent à la force expansive des coups de feu, sans autre résistance que celle due à l'inertie, la réaction sera moindre et l'épreuve aussi sera moins offensive pour les parois, que lorsque des portes fermées et pressées contre leurs battées font obstacle au courant jusqu'à ce qu'elles soient violemment arrachées avec leurs châssis.

Qui ne sait que l'une des conditions essentielles pour qu'une mine de guerre produise un grand effet, c'est de bien boucher les boyaux ou galeries qui aboutissent à la chambre? Qui ne sait que par une obturation incomplète de ces galeries on s'expose à *éventer* la mine?

Pour compléter l'analyse des conceptions dont nous avons eu connaissance, nous rendrons un compte sommaire de ce

que nous venons de lire touchant cette matière dans un ouvrage publié en 1853, sous le titre de : *The coal mines : their dangers and means of safety*, par le sieur James Mather, secrétaire honoraire du *Shields committee*, etc., etc.

Après avoir traité :

1° Des inspections, des accidents et de leurs causes (*annexe n° 3*);

2° De la ventilation en général (*annexe n° 4*);

3° Des expériences faites à ce sujet par quatre inspecteurs *at Seaton Delaval mine ;*

4° De la ventilation à *Morton and South-Hetton ;*

5° Des conditions dangereuses du charbonnage de St.-Hilda;

6° De l'emploi comparé des foyers d'appel et des jets de vapeur, à *Hetton ;*

7° Des formules pour la ventilation et de la vitesse d'écoulement de la vapeur ;

8° Des lampes de sûreté (*annexe n° 5*);

9° De l'éducation et de l'enseignement spécial pour les mines ;

10° Des commissions d'enquête en cas de sinistres arrivés dans les mines ;

M. Mather termine par les conclusions pratiques ci-après :

Bien que, sous le rapport des commissions d'enquête et des divers autres sujets que nous avons traités, les mines soient dans l'état négligé que nous avons signalé et demandent la plus sérieuse attention du gouvernement et du public, il est agréable de reconnaître qu'il y a à cet égard progrès et perfectionnement.

Dans le cours des dix dernières années, de meilleurs systèmes de ventilation ont été introduits.

On se rend compte aujourd'hui des chances de danger que peuvent offrir les lampes de sûreté.

Les jeunes garçons, souvent employés comme *machines vivantes* dans les parties dangereuses, ont été éloignés des travaux des mines.

Un service d'inspection des mines, considéré longtemps comme impraticable, a été institué.

On constate aujourd'hui dans les mines les mieux dirigées, l'existence d'instruments de précision et un grand développement d'intelligence chez les mineurs.

Enfin, une école spéciale des mines a été fondée.

Il reste cependant encore beaucoup à faire.

Dans ce qui précède nous nous sommes efforcé tout en signalant les causes de danger et de mort dans les mines, d'indiquer en même temps les moyens les plus efficaces de s'en garantir.

Contre *les gaz inflammables*, dont le dégagement s'élève parfois, dans une seule mine, jusqu'à 4,000 pieds cubes (111 mètres cubes) par minute, et également contre le non moins fatal mais plus insidieux gaz, *l'acide carbonique*, *la ventilation* est le seul moyen de sécurité. Nous avons exposé comment il importe de l'opérer. Aucune exploitation de mine ne devrait, dans notre opinion, être tolérée sans des moyens efficaces de ventilation.

De plus, pour l'avenir, aucune entreprise de ce genre ne devrait être autorisée sans qu'on dispose de deux puits, pour le même ouvrage, l'un à chaque extrémité, ou l'un à l'amont, l'autre à l'aval du champ d'exploitation.

Cette disposition réduirait de moitié la longueur des passages de l'air, ou la distance que l'air a aujourd'hui à parcourir. En cas d'explosion, ou d'autre accident général, la sécurité de tous ceux qui n'ont pas subi les atteintes immédiates du fléau dévastateur, serait presque assurée, si l'on avait eu la prévision de ménager, d'un puits à l'autre, deux passages indépendants, d'une section suffisante et séparés entre eux par de forts massifs de houille. Avec de tels travaux, quoi qu'il puisse arriver à l'intérieur ou aux appareils mécaniques, le courant d'air ne serait jamais arrêté, mais dans tous les cas, il trouverait son chemin depuis l'entrée jusqu'à la sortie de la mine.

Deux conduits au moins pour l'introduction et autant de passages pour l'évacuation de l'air devraient toujours exister. De sorte que si l'un est dégradé ou bouché par un accident ou par un éboulement, les autres restent libres. Nous avons trouvé derrière un de ces éboulements que provoquent les coups de feu, les cadavres de seize mineurs asphyxiés qui auraient, sans doute, échappé à la mort, si l'éboulement ne les avait arrêtés dans leur fuite, ou si un autre passage leur eût été ouvert.

Les conduits pour recueillir et évacuer le gaz devraient, ainsi que nous en avons déjà démontré la nécessité, régner le long de la partie supérieure de tous les ouvrages.

Pour prévenir les accidents dans les puits, on devrait invariablement adopter les cages ou cuffats avec guides, qui sont reconnus comme les moyens les plus efficaces; et de plus entretenir toujours dans les meilleures conditions les machines et appareils, ainsi que les parois et l'ouverture des puits. Il est particulièrement du devoir des inspecteurs d'étendre leur investigation sur ces différents points et de corriger les défauts qu'ils pourraient découvrir.

Les éboulements ou chutes de roches, qui font plus de victimes qu'aucune autre cause d'accidents dans les mines, semblent réclamer l'adoption du principe des mines du Northern, où des hommes du métier boisent et assurent la roche sous leur propre responsabilité. En Écosse et dans les districts où l'usage permet à tous les ouvriers de se charger de ce soin, d'aborder aussi bien des ouvrages d'art que le simple travail du mineur, les chances d'accident augmentent dans une proportion notable.

Dans aucun cas, ce service important ne devrait leur être abandonné. Impatients d'achever leur travail, ils se pressent d'accomplir leur tâche journalière, marchant inconsidérément au devant du danger, et n'excédant que trop souvent les bornes de la prudence.

La sûreté et le succès des exploitations de mines requièrent en outre :

Des plans des travaux souterrains soigneusement dressés et enregistrés.

Une administration centrale ou des agents officiels du gouvernement pour contrôler les opérations, quand la vie des travailleurs ou l'intérêt public le demande.

L'appréciation préalable de l'aptitude et des connaissances spéciales des inspecteurs et des officiers des mines.

Un meilleur système d'éducation.

Ces conditions, présentées comme urgentes, il y a plus de dix ans, par le *Shields committee,* dont le rapport a été honoré de la réimpression par le comité du Parlement, sont en partie remplies aujourd'hui; il reste à les compléter.

Dans cette courte période, nos mines ont fait plus de progrès que durant les cent années précédentes, et elles ne réclament plus que la réalisation des autres améliorations signalées pour devenir ce que doivent être les mines de la Grande-Bretagne.

Avant toutes choses, nous pensons qu'un bon système d'éducation pour les mines dédommagera largement des dépenses et des soins qu'il aura accasionnés. Sans cela, on resterait dans le cas d'enfants jouant avec des instruments dangereux, ou d'hommes cheminant dans l'obscurité, sur le bord étroit d'un fatal précipice.

Ce qui, dans cette publication, attire ici plus particulièrement notre attention et nos sympathies, c'est l'article où M. Mather recommande de diviser les travaux en deux parties séparées par un fort massif de houille.

Si nous comprenons bien son idée, l'exploitation s'opérerait autant que possible symétriquement, parallèlement et de front, à droite et à gauche de cette barrière. Celle-ci est traversée de distance en distance par des galeries étroites fer-

mées, en temps ordinaire, par des portes solides, portes qui devraient s'ouvrir indifféremment dans les deux sens; elle serait là pour obtenir qu'une explosion venant à éclater dans une des deux parties, aucun trouble sérieux ne puisse en résulter dans l'autre partie. De telle sorte que, non-seulement la moitié des ateliers serait naturellement soustraite à tout danger, mais encore il y aurait beaucoup de chance de salut pour tous les ouvriers du quartier frappé qui auraient conservé assez de force pour se traîner jusqu'au massif séparatoire où ils trouveraient, soit un courant d'air vif, soit un moyen prompt de se réfugier en lieu sûr par l'une ou l'autre des petites galeries de traverse susmentionnées.

De quel secours d'ailleurs ces galeries ne seraient-elles point pour le sauvetage, puisque c'est par-là que tout ce qu'il y a d'hommes de cœur dans les ateliers de la partie intacte se précipiteraient immédiatement au devant de leurs compagnons?

—

Explication de la figure.

UXYZ Champ d'exploitation entre les puits ou bouveaux A et B;

A Puits ou orifice du bouveau pour l'entrée de l'air;

B Idem. idem. pour la sortie de l'air;

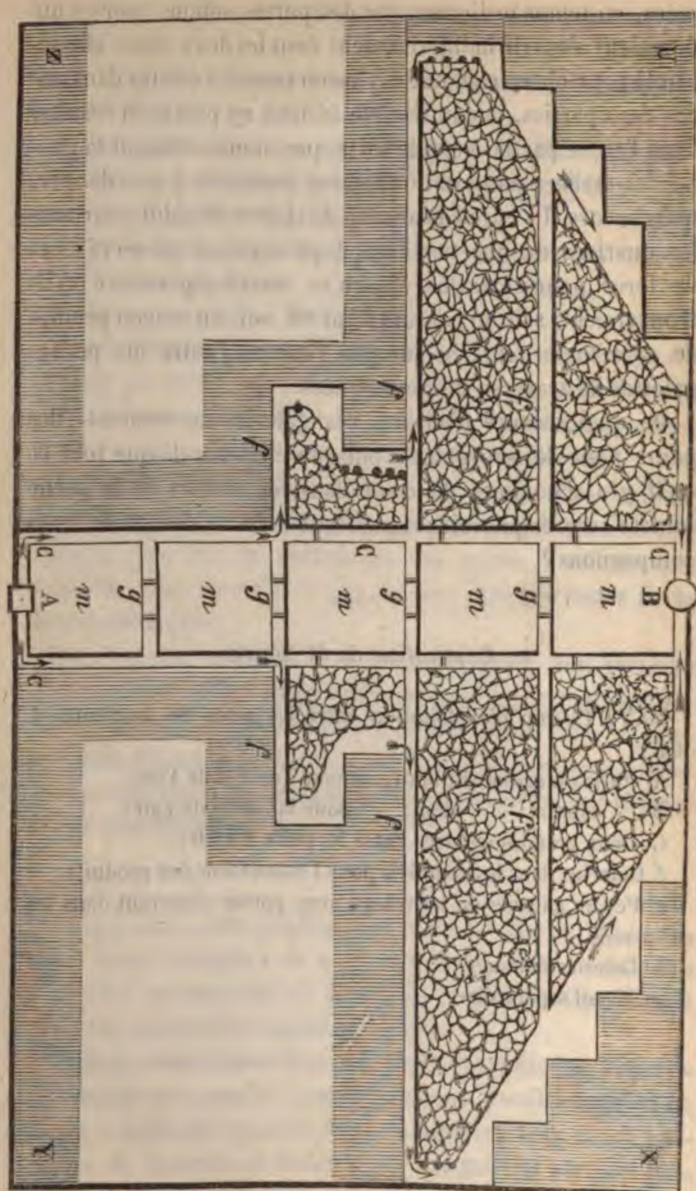
C Deux grandes galeries entre les puits A et B;

f Galeries dans les remblais pour l'évacuation des produits;

g Petites galeries de sauvetage avec portes s'ouvrant dans les deux sens;

h Galeries d'aérage;

m Massif séparatoire.


Z
U
Y
X
A
B
C
m
g
f
h

Entrant franchement dans les vues de M. Mather, nous avons cherché à nous rendre compte de l'application qui pourrait s'en faire aux divers cas de gisement et d'allure des couches de houille.

Dans les couches régulières et peu inclinées à l'horizon, nous ne rencontrons aucune difficulté et nous doutons même qu'il en résulte une augmentation notable dans le prix de revient. Mais dans les couches fortement inclinées et plus encore dans les allures tourmentées, la question se complique.

Il se pourrait d'ailleurs que plusieurs des mineurs qui respirent encore après l'explosion, fussent ou grièvement blessés, ou évanouis, ou trop impressionnés, ou trop éloignés pour atteindre les galeries de sauvetage dans le temps toujours très-court, pendant lequel l'air des travaux bouleversés est encore respirable ; il se pourrait aussi que des éboulements rendissent leur fuite plus difficile ou impossible.

Il se pourrait enfin que la présence de terrains aquifères ou d'autres circonstances accidentelles missent obstacle à ce que le puits de sortie de l'air fût éloigné à volonté du puits d'entrée.

Nous ne croyons donc pas devoir renoncer au système dont nous avons conseillé l'essai, et qui, s'il pouvait réussir, aurait l'avantage d'être applicable à tous les cas, et de procurer dans tous les points une ventilation suffisante après comme avant l'explosion.

ANNEXE N° 1.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

Sauvetage des ouvriers dans les mines.

M. le ministre des travaux publics avait consulté la classe des sciences sur l'utilité d'ouvrir un concours spécial pour perfectionner les moyens de sauvetage employés dans les mines, à la suite d'accidents ayant pour effet de vicier l'air des travaux. La classe avait désigné MM. De Vaux, Stas et De Hemptinne pour lui présenter un rapport à ce sujet.

M. De Vaux lit, au nom de la commission, le rapport suivant :

« Votre commission s'est livrée avec le plus vif intérêt à l'étude de la question soulevée par M. le ministre des travaux publics, dans sa dépêche du 17 avril dernier, n° 2,271.

» Le but est trop généreux, il cadre trop bien avec les vues philanthropiques qui vous animent, pour que la proposition de M. le ministre ne rencontre pas chez vous la plus entière sympathie.

» Il s'agit, en effet, de venir en aide à la classe ouvrière, de stimuler le génie de l'invention, pour combler, s'il est possible, des lacunes signalées dans les moyens de sauvetage.

» L'accident arrivé le 6 mars dernier, au charbonnage du Longterne-Ferrand, à Élouges, est venu réveiller, à ce sujet, l'attention et exciter, à un haut degré, la sollicitude incessante de l'administration des mines. Il a offert le spectacle désolant de l'impuissance des efforts soutenus d'un nombre illimité de travailleurs, pour parvenir, sinon à secourir, du moins à atteindre les victimes de cette catastrophe. L'éboulement, en plusieurs points de la galerie de *traînage* ou galerie principale, opposait, il est vrai, un obstacle insurmontable au prompt rétablissement de la circulation par cette voie ; mais, selon toute probabilité, c'était au delà de ces éboulements, vers les *tailles,* que devaient se trouver les mi-

neurs, et tout portait à croire que la voie supérieure, dite *troussage*, celle qui sert au retour de l'air, était restée libre et en bon état dans toute son étendue (environ 600 mètres), depuis l'entrée des travaux jusqu'aux ateliers d'arrachement. Or, cette galerie par laquelle on eût été heureux de se précipiter vers les tailles, ne fût-ce que pour faire cesser toute incertitude sur le sort de 63 frères, cette galerie envahie par des gaz délétères était littéralement inaccessible, et l'on ne pouvait y avancer de quelques mètres sans être frappé d'asphyxie.

» Quelques jours après, le 12 du même mois de mars, le charbonnage de Marihaye, à Seraing, province de Liége, était à son tour le théâtre d'une catastrophe dans laquelle sept ouvriers ont perdu la vie, dans des circonstances qui ont pu faire regretter, plus vivement encore peut-être qu'au Longterne-Ferrand, de ne pouvoir pénétrer instantanément dans des excavations remplies de gaz délétères. Les eaux d'anciennes exploitations firent irruption dans les travaux de la houillère de Marihaye; selon toute apparence, leur affluence ne fut pas telle que les ouvriers dussent nécessairement être entraînés par le courant; mais, indépendamment des gaz nuisibles qu'elles apportèrent dans les galeries, leur niveau atteignit en peu de temps une assez grande hauteur pour couper la circulation de l'air, et dès lors l'asphyxie devenait imminente pour tous ceux qui avaient pu résister au courant et s'élever au-dessus de ce niveau. Or, ici les ouvriers n'avaient eu à subir l'épreuve ni du feu, ni de la terrible commotion qui accompagnent d'ordinaire les coups de grisou, et il y avait à peine 100 mètres à parcourir dans la voie d'aérage pour arriver à la taille, où l'on pouvait s'attendre à les trouver.

» Si nous nous bornons à ces deux relations, ce n'est pas que les exemples manquent; les cas d'asphyxie ne sont malheureusement que trop communs dans les mines, surtout à la suite de coups de feu, ou de coups d'eau. Mais nous avons

hâte de faire remarquer : d'une part, que ce n'est pas seulement dans les travaux des mines que la vie des ouvriers se trouve accidentellement compromise par la production d'émanations délétères : les mêmes dangers se présentent fréquemment dans les excavations souterraines peu profondes, qui se pratiquent journellement dans nos constructions superficielles : il en est ainsi de certains puits, égouts, fosses d'aisance, citernes, etc., et il convient de faire comprendre aux concurrents que la question proposée doit embrasser ces différents cas; d 'autre part, que depuis longtemps, à la suite des nombreux malheurs qu'on a eu à déplorer, on se préoccupe des moyens d'échapper à de telles éventualités ; et que divers procédés ayant été successivement imaginés ou mis en pratique à cette fin, les concurrents doivent être rendus attentifs à tout ce qui a été fait ou publié en ce genre : ventilateurs, appareils respiratoires, pompes à air, appareil de Paulin pour les incendies, etc.

» Il ne serait peut-être pas sans utilité pour eux que l'on donnât quelque publicité aux différents mémoires qui peuvent être parvenus au département de l'intérieur sur des objets analogues, et entre autres, à un rapport adressé à M. le ministre de l'intérieur, le 14 juillet 1848, par une commission spéciale composée de MM. Vleminckx, inspecteur général du service de santé, De Hemptinne, membre de l'académie, et De Vaux, inspecteur général des mines. (*Annexe n° 2.*)

» Les concurrents ne doivent pas ignorer non plus qu'aujourd'hui même, et en attendant les lumières qui jailliront de l'appel fait aux inventeurs, l'administration des mines s'occupe activement des moyens de rendre pratique l'usage des appareils respiratoires, et d'obtenir des ventilateurs mécaniques faciles à transporter et à monter sur place, et dont l'action, combinée avec l'emploi de larges tuyaux en tôle, puisse amener un prompt assainissement de l'air dans une excavation dont l'atmosphère est viciée [1].

» Quant aux termes dans lesquels la question est posée par

M. le ministre des travaux publics, votre commission n'a rien à y changer, c'est-à-dire « qu'un prix serait fondé pour ré- » compenser l'auteur d'un procédé pratique, d'un emploi » commode et sûr, qui permettrait à l'homme de pénétrer » sans délai à de grandes distances, de séjourner, de s'éclai- » rer, et d'agir librement dans des excavations souterraines » envahies par des gaz nuisibles. »

» Nous croyons devoir seulement insister sur ce point, que les personnes qui seront appelées à juger du mérite des réponses ne sauraient trop se mettre en garde contre l'abus des considérations théoriques, c'est-à-dire que le prix ne devrait être décerné qu'après que des essais suivis et concluants auraient bien démontré l'infaillibilité et la facilité de la mise en usage du procédé dans les différents cas qui peuvent surgir.

» Nous terminons en faisant remarquer que, vu la difficulté de la question et le temps que peuvent réclamer les essais, le terme de ce concours pourrait être fixé au 31 décembre 1853. »

(1) L'emploi de larges tuyaux en tôle pour hâter l'assainissement de l'air dans des galeries obstruées, avait été recommandé en plusieurs circonstances par des fonctionnaires des mines belges et notamment par M. l'ingénieur de première classe Jochams, dans une notice du 1er août 1852 (*Annales des travaux publics*, tome XI), où il propose de pourvoir, sinon toutes les mines, du moins tous les groupes de mines à grisou, d'un dépôt de semblables tuyaux dont on puisse disposer immédiatement en cas d'accidents.

Quant à l'idée d'ajouter à ce dépôt un ou plusieurs ventilateurs mécaniques d'une puissance convenable qui puissent être immédiatement transportés et installés là où le besoin s'en ferait sentir, aussi facilement que cela se pratique pour des pompes à incendie, elle nous a été suggérée par les circonstances fatales de l'accident de Longterne-Ferrand, où le ventilateur mécanique projeté pour cette mine n'était encore qu'en construction, et où l'abondance du gaz inflammable était telle dans le troussage, qu'il eût été de la dernière imprudence de recourir à l'emploi des toc-feux pour en activer le déplacement.

ANNEXE N° 2.

Extrait analytique du rapport du 14 juillet 1848, à M. le ministre de l'intérieur, par MM. Fleminckx, De Hemptinne et De Vaux.

« Nous conformant à votre résolution du 9 janvier 1847 relative à l'élaboration de projets de règlements propres à garantir de tous dangers, notamment de l'asphyxie, les ouvriers employés au curage des égouts, des fosses d'aisance, au creusement ou à la visite des puits, citernes ou autres excavations souterraines, nous avons pensé que notre tâche devait se borner à un exposé méthodique des principaux éléments de danger que présentent ces divers travaux et à l'indication des mesures préventives que commande, pour les différents cas, la sûreté des ouvriers.

» La première condition pour le creusement ou la visite d'excavations souterraines, est d'assurer l'introduction et la sortie par des appareils solides et de prévenir tout éboulement par un bon étançonnage.

» Reste à se prémunir, selon la nature du travail, contre les chances, plus ou moins sérieuses, d'asphyxie, d'explosion ou d'affections maladives, dangers qui peuvent tous résulter de l'altération de l'air.

» Les causes d'altération sont d'ailleurs si multipliées qu'on peut affirmer que l'air de toute excavation fermée, ou qui ne communique au jour que par une seule ouverture, ne tarde pas à devenir impropre à la respiration ou dangereux au contact d'un corps enflammé.

» Les gaz nuisibles qui se substituent ainsi en tout ou en partie à l'air des excavations dont nous nous occupons sont principalement:

1° L'acide carbonique,
2° L'hydrogène sulfuré,
3° Des miasmes,
4° L'hydrogène carboné (gaz d'éclairage).

» Les notions élémentaires et pratiques ci-après nous paraissent nécessaires pour donner aux intéressés une idée de la constitution de ces quatre composés gazeux, des circonstances qui en favorisent le développement, de leurs propriétés dangereuses, des moyens d'en constater la présence et des procédés les plus propres à en débarrasser les lieux dans lesquels on doit pénétrer ou séjourner.

. . . .

. . . .

On peut conclure de ces données qu'il est beaucoup de circonstances souvent difficiles à prévoir, qui peuvent compliquer les opérations les plus simples, par les dangers qui n'affectent d'ordinaire que les travaux réputés périlleux.

» C'est ainsi, par exemple, que dans la visite d'un caveau, dans le curage d'une citerne, d'un puisard, d'un puits, ou d'une cuve de macération, où l'on se croirait en sûreté parce qu'on aurait combattu l'acide carbonique par des moyens chimiques, on pourrait se retrouver en présence, soit d'une reproduction abondante de ce gaz, soit d'hydrogène sulfuré, d'hydrogène carboné ou de miasmes.

» Il nous a paru dès lors que, sans méconnaître l'utilité des procédés chimiques, *dans quelques cas spéciaux*, nous devions tracer aux praticiens une marche généralement applicable et propre à garantir de tous les dangers signalés.

» Cette marche consiste à chasser, par une ventilation artificielle, tous les gaz qui peuvent exister, se produire ou affluer dans les excavations, et à s'y servir exclusivement de lampes de sûreté pour l'éclairage : 1° dans les localités dont le sol renferme des conduites de gaz ; 2° pour le curage des égouts, des fosses d'aisance, ou en toutes autres circonstances qui peuvent donner naissance à des gaz inflammables.

» Quant au moyen de ventilation que nous entendons recommander, il se borne, selon les cas, à l'emploi d'un simple soufflet de maréchal, ou d'un ventilateur aspirant plus puis-

sant, dont les effets seraient portés au fond des excavations par des tuyaux en tôle, zinc, fer-blanc, toile gommée ou autre matière.

Dans les communes rurales, on transformerait aisément en ventilateurs aspirants les appareils employés par les fermiers pour opérer le nettoyage du grain; de simples tuyaux de poêle suffiraient, dans le plus grand nombre de cas, pour porter l'aspiration au fond des lieux insalubres.

Dans les villes on devrait former un ou plusieurs dépôts de lampes de sûreté, d'appareils ventilateurs facilement portatifs et de tuyaux légers et imperméables.

ANNEXE N° 3.

D'après les données de M. Mather, le nombre moyen des mineurs qui périssent violemment dans les mines de la Grande-Bretagne, s'élève à mille environ par an, sur lesquels au delà de 86 p. c. sont victimes des trois causes ci-après qui sévissent le plus cruellement, savoir : les éboulements ou chutes de pierres, 35 p. c.; les coups de feu, 30 p. c.; les accidents dans les puits, 21 p. c.

Ces nombres se rapportent aux observations faites du 21 novembre 1850 au 31 décembre 1852; la population ouvrière des mines étant évaluée à 160,000, ce serait par an, sur mille environ, 6 $\frac{1}{4}$ tués.

En Belgique, la moyenne observée pendant les dix années 1841 à 1850, n'a été que de 136 tués sur 48,000 ouvriers mineurs, soit, sur 1,000 environ 2 $\frac{8}{10}$ tués par an.

Quant à la proportion suivant laquelle ont sévi les trois causes de sinistres signalées plus haut, elle a été en Belgique pendant la même période décennale de :

38 p. c. pour les coups de feu;
25 — les éboulements ou chute de pierres;
et 17 — les accidents dans les puits;
TOTAL 80 p. c.

M. Mather, après avoir décrit les six *districts* organisés pour le service de l'inspection des mines de houille de la Grande-Bretagne, en exécution de l'acte du 14 août 1852, donne le relevé des accidents survenus dans chacun d'eux depuis le 21 novembre 1850 jusqu'au 31 décembre 1852. Frappé du grand nombre de cas où des sinistres ont affligé des mines préalablement à toute inspection, comme aussi de l'impossibilité qu'avec le personnel restreint qu'on a institué, ces inspections se fassent avec fruit et dans toutes les mines dangereuses de chaque district, il conclut à la nécessité de visites plus fréquentes et plus fructueuses des mines et, conséquemment, à l'extension du cadre des inspecteurs ou bien à la création de sous-inspecteurs en nombre proportionné aux besoins.

Appréciant, en outre, l'importance de ne conférer les fonctions d'inspecteurs ou de sous-inspecteurs de l'État, qu'à des hommes instruits, expérimentés et capables, il voudrait d'une part, leur allouer un traitement assez élevé pour qu'ils n'aient point à se préoccuper d'autres moyens pour améliorer leur position, et, d'autre part, subordonner leur admission au jugement d'un conseil supérieur, qui constituerait en outre dans le gouvernement, au département des mines, un pouvoir directeur pour l'instruction des affaires difficiles, et qui statuerait en connaissance de cause, les parties entendues, dans les cas de contestations entre un inspecteur et les préposés à la direction d'une mine.

M. Mather, en terminant ce chapitre, s'exprime en ces termes :

« Si vous pouviez choisir vos inspecteurs des mines parmi
» les hommes du métier les plus instruits et les plus expéri-
» mentés, en les mettant, par leur position et leurs émolu-
» ments, au-dessus de toute tendance à s'adonner à d'autres
» affaires; et si vous preniez soin que ces inspecteurs aussi
» bien que les préposés à la direction particulière des mines,
» eussent une éducation professionnelle *spéciale*, vous verriez

» bientôt rentrer dans des conditions d'ordre et de sûreté les » mines aujourd'hui si désordonnées de l'Angleterre.

» Uniformité dans les procédés, et habileté dans l'organi- » sation des travaux; unité de principes pour la sûreté et la » production; pour la ventilation, pour le soutènement des » roches, pour la disposition et le service des puits, pour » l'exploitation complète des substances minérales; tous ces » avantages, sauf quelques modifications de détail, présideraient partout aux travaux d'exploitation des mines du » royaume.

» Ainsi ce vaste champ, source précieuse de travail et de » richesse pour la nation, serait exploité d'une manière » digne du pays, au lieu d'être, comme à présent, un théâtre » de dévastation pour les hommes, l'exemple d'une déplora- » ble dilapidation de la richesse nationale, et un sujet de » honte pour notre pays et pour notre époque. »

ANNEXE N° 4.

L'objet principal de ce chapitre est d'établir une comparaison entre le pouvoir des foyers et celui des jets de vapeur pour la ventilation des mines. Se fondant sur de nombreuses expériences et sur le raisonnement, M. Mather donne une préférence marquée à l'emploi de jets de vapeur à haute pression lancés dans la direction du courant en des points convenablement choisis du puits de sortie. Après avoir cité et combattu les arguments de plusieurs adversaires de ce système, et notamment les résultats défavorables signalés par quatre inspecteurs du gouvernement qui ont expérimenté à ce sujet les 15 et 16 décembre 1853 à la houillère de *Seaton Delaval*, l'auteur, tout en demandant que la question soit officiellement étudiée et décidée par des essais concluants, formule ainsi son opinion sur la matière :

Le pouvoir ventilateur des foyers ou toc-feux est limité,

non-seulement par une augmentation rapide du rapport de la dépense de combustible à l'effet théorique produit, quand on opère à des températures de plus en plus élevées, mais encore par l'effet du refroidissement des couches extrêmes de la colonne montante, et surtout de la tendance de l'air plus pesant de la surface à descendre le long des parois vers le foyer pour l'alimenter en partie d'oxigène.

L'emploi des jets de vapeur à haute pression (de 2 à 3 atmosphères, l'ouverture étant de 6 à 8 millimètres de diamètre) exige, pour être efficace, que les jets soient espacés de manière que chacun d'eux ne pousse l'air que sur une surface circulaire d'environ un pied carré (soit environ $\frac{1}{10}$ mc.). Ainsi distribuée, la vapeur agit par impulsion sur toutes les parties de la colonne d'air à peu près comme le ferait un piston. Un plus grand écartement expose à des réactions latérales qui peuvent aller jusqu'à troubler entièrement et compromettre la marche de la ventilation.

C'est pour avoir ignoré ou négligé ces principes que plusieurs expériences entreprises consciencieusement ont conduit à des résultats peu satisfaisants. C'est par là que pêchent les observations faites en Belgique sur l'emploi de la vapeur à haute pression.

Tout cela est incontestable et a été notoirement établi dans le rapport du *Commons' committee* en 1852. (Voyez *Parliamentary report,* pages 185 à 188.)

Bref, M. Mather n'est pas éloigné d'admettre qu'en faisant un emploi judicieux des jets de vapeur à haute pression, et ayant soin de disposer les chaudières au fond de la mine, ce qui exige l'alimentation du fourneau par de l'air pur, non-seulement on pourra obtenir, à dépense égale, un pouvoir moteur plus que double de celui des foyers ou toc-feux, mais qu'on arrivera à un mode plus simple, plus sûr, aussi efficace et moins assujétissant que les meilleurs systèmes de ventilation mécanique.

ANNEXE N° 5.

Dans l'opinion de M. Mather, le meilleur système de lampe de sûreté serait celui du docteur *Glover*. Cette lampe, d'après ce qui en est dit à la page 102 du deuxième rapport du *select committee* (12 mai 1854), doit être celle que construit le sieur John Cail de Newcastle. Elle est caractérisée par deux cylindres concentriques en cristal, entre lesquels l'air descend pour se rendre à la mèche. Le cylindre extérieur, très-épais, est surmonté, comme dans la lampe Mueseler, d'un cylindre vertical et d'un disque horizontal en toile métallique. Le cylindre intérieur, plus mince, repose sur un disque en gaze métallique que l'air doit aussi traverser pour entrer dans la lampe, et se termine en haut par une cheminée servant au dégagement des produits de la combustion.

Cette lampe diffère principalement de celle du sieur Hall en ce que, dans cette dernière, au lieu du cylindre intérieur en cristal, on emploie un cylindre en toile métallique très-serrée (jusqu'à 10,000 mailles par pouce carré, environ 1,600 ouvertures par centimètre carré).

La discussion officielle continuant, l'examen comparatif des deux systèmes conduit M. Mather à déclarer :

Que les lampes Hall et Glover répandent, l'une et l'autre, une belle lumière ;

Que le prix en est très-modéré et sensiblement le même pour les deux, environ 10 à 11 schellings (12 à 14 francs) ;

Que leur poids diffère également très-peu, qu'il ne l'emporte guère sur celui de la lampe de Davy, et que, dans tous les cas, ce poids varie principalement avec la capacité et l'épaisseur du réservoir d'huile ;

Qu'il est vrai, au point de vue de la sûreté, que les mineurs, en général, accordent plus de confiance à la gaze métallique de Hall qu'au second verre de Glover, mais que pour lui, il ne se représente pas les circonstances du travail des mines qui

pourraient déterminer la rupture simultanée de la double enveloppe dans la lampe Glover, en dépit des armatures qui défendent le cristal, de la solidité de celui de l'extérieur, et de la température peu élevée à laquelle il est maintenu par le courant d'air entrant, ce qui éloigne le danger de fracture par la projection éventuelle des gouttes d'eau;

Qu'au surplus, si cette toile métallique, qui peut aussi se déchirer sous un choc, était nécessaire, rien n'empêcherait de l'ajouter à la lampe Glover;

Qu'enfin le cristal extérieur et toute la carcasse dans la lampe Hall s'échauffent plus que dans celle du docteur Glover, et qu'aussi dans les expériences faites par le *Chairman*, elle s'était éteinte deux fois pour l'avoir abaissée un peu rapidement, ce à quoi il faudrait remédier.

Toutes ces enquêtes et discussions sont aussi intéressantes qu'instructives; il y a lieu toutefois de s'étonner que les ingénieurs anglais, si attentifs à recueillir et enregistrer tout ce qui se fait à l'étranger, ne se montrent pas plus au courant des conditions dans lesquelles nous opérons en Belgique.

Comment ne mentionnent-ils pas les progrès rapides de l'application de la lampe Mueseler? Ignorent-ils que cette lampe, qui n'est qu'une simplification aussi heureuse que rationnelle de celle inventée dès 1829 par le même ingénieur, est de plus en plus appréciée en pratique depuis quinze ans qu'elle a fait son apparition solennelle dans les mines; que, grâce aux encouragements du gouvernement, l'usage s'en est propagé à tel point qu'elle a remplacé pour près des deux tiers les anciennes lampes de Davy et qu'on en compte aujourd'hui plus de dix-huit mille en service journalier dans nos mines à grisou [1]; que la statistique établit que les coups de

[1] Il n'est pas indifférent de dire que cette lampe coûte à peine six francs (4 $^{3}/_{4}$ schellings), et que ce bas prix n'a pas peu contribué à son adoption rapide, d'autant qu'elle consomme aussi moins d'huile que la lampe ordinaire de Davy.

feu ont presque entièrement disparu dans les mines si dangereuses de la province de Liége; que jusqu'à ce jour aucune inflammation de grisou, en Belgique, n'a pu être imputée à l'emploi de cet appareil; qu'ainsi l'expérience semble avoir fait justice des craintes exagérées que l'on aurait pu concevoir relativement aux chances éventuelles de fracture du cristal préservateur?

Comment se peut-il aussi que l'on parle avec tant de détails et d'éloges de la lampe du docteur Glover, sans dire qu'elle est identiquement la même que celle présentée en 1842, à Liége, à la commission gouvernementale belge, par le sieur Rocour, aspirant ingénieur des mines de l'État? Le modèle, la description et le dessin qui ont été donnés de cette dernière lampe par ladite commission, ne laissent subsister aucun doute à ce sujet. Quant à cet appareil en lui-même, son prix, son poids, sa complication comparativement à la lampe Mueseler, constituaient, aux yeux des praticiens éclairés, des désavantages dont la nécessité n'était pas reconnue, vu la confiance accordée provisoirement à la lampe Mueseler.

Rien jusqu'ici n'ayant altéré cette confiance, qu'un emploi habituel et très-étendu semble justifier de plus en plus, les ingénieurs belges n'ont pas de motifs pour retirer leurs sympathies à la lampe Mueseler.

CONSTRUCTIONS.

RECHERCHES

SUR LA

DISPOSITION LA PLUS CONVENABLE DES SUPPORTS D'UNE PIÈCE A SECTION CONSTANTE, CHARGÉE UNIFORMÉMENT;

PAR M. G.-A. DE CLERCQ,

SOUS-INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Les avantages de la non-interruption, sur les piles, des fermes de certaines espèces de ponts en bois ou en fer, ont été reconnus depuis longtemps; mais, indépendamment de l'appréciation en chiffres de ces avantages, l'application des formules de la mécanique à l'étude des effets de la continuité sur les appuis des fermes à section uniforme peut servir à déterminer, dans chaque cas, une certaine disposition des supports, plus favorable à la stabilité que la disposition par espacements égaux.

Les recherches de ce genre mènent à des résultats d'une grande simplicité, et d'une application facile à un grand nombre de cas. Les calculs qui servent à déterminer le *maximum* de fatigue, lorsque les supports sont convenablement espacés, présentent en même temps l'avantage d'être moins laborieux que ceux qui conduisent au même but dans le cas d'espacements égaux.

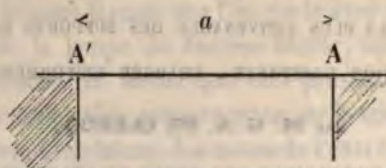
Les résultats qui suivent se rapportent à la distribution des supports des ponts supportés en 4, 5, 6 et 7 points et au cas d'un poids uniformément réparti, cas qui représente sensiblement l'effet produit par un convoi de chemin de fer

parcourant un pont dont les travées atteignent une vingtaine de mètres.

—

2 appuis.

Si l'on considère une pièce de longueur a appuyée sur deux supports A et A′ (situés au même niveau)



et chargée d'un poids uniformément réparti, que nous désignerons par P pour l'unité de longueur ; on sait que la fatigue *maximum*, qui se produit au milieu de l'intervalle AA′, est donnée par l'expression

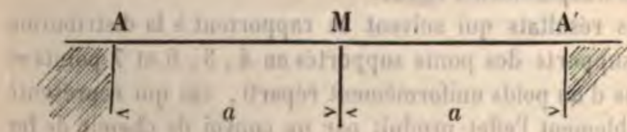
$$\frac{\varepsilon\mu}{h} = \frac{Pa^2}{8}$$

dans laquelle ε est le moment d'élasticité de la pièce, μ le plus grand changement de longueur compatible avec la conservation du pouvoir élastique et h la distance de la fibre la plus fatiguée à l'axe d'équilibre.

—

3 appuis.

Si l'on cherche les fatigues *maximum* d'une pièce portée sur 3 appuis, espacés d'une distance a



on trouve que la plus grande fatigue *maximum* (¹) a lieu au milieu M de la pièce et a pour valeur

$$\frac{\iota\mu}{h}=\frac{Pa^2}{8}$$

c'est-à-dire la même valeur, sauf le signe, qui convient au cas de 2 supports.

Il ne semble donc pas que, sous le rapport de la fatigue, il y ait avantage à établir la continuité dans le cas de 3 supports; cependant, pour les ponts en tôle, diverses considérations doivent, en général, déterminer à établir cette continuité.

En effet, il est à remarquer que si, comme nous le croyons, on peut admettre que la tôle résiste également bien à la compression et à l'extension, il n'en est pas moins vrai que c'est en général par défaut de résistance à la compression que les fermes céderont, soit à cause du plissement des feuilles, soit parce que la compression fera plus aisément que l'extension sortir les fermes des plans verticaux dans lesquels elles doivent être maintenues. Or, si l'on considère, d'une part, que d'ordinaire les fermes des ponts en tôle s'élèvent au-dessus du tablier des ponts, et, d'autre part, que dans le cas de la continuité, contrairement au cas de discontinuité, les parties comprimées sont, dans le point du plus grand *maximum* de fatigue, placées à la partie inférieure de la ferme, on sera conduit à donner la préférence au système de la continuité qui permet, par un contreventement, toujours facile en dessous du tablier, d'empêcher les fermes de sortir des plans verticaux.

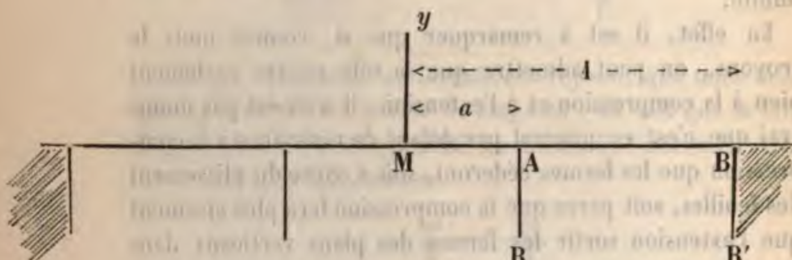
(¹) Je dis *la plus grande fatigue maximum*, parce qu'indépendamment de ce *maximum* il y en a deux autres situés entre les points M et A, et M et A', et qui ont pour valeur

$$\frac{\iota\mu}{h}=-\frac{9}{128}Pa^2.$$

—

4 appuis.

La disposition des appuis de la pièce doit évidemment être symétrique par rapport au milieu. Cela étant, posons la demi-longueur du pont égale à l'unité, désignons par a la distance de la pile au milieu du pont et prenons pour axes des x et des y les horizontale et verticale passant par ce point milieu M ; si alors nous désignons respectivement par R et R′ les réactions de la pile et de la culée et par P le poids uniformément réparti, les équations d'équilibre seront



pour la partie MA

$$\varepsilon\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{P}{2}(1+x^2)-Ra-R',$$

pour la partie AB

$$\varepsilon\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{P}{2}(1+x^2)-Rx-R',$$

et les fatigues *maximum* seront données au milieu par l'équation

$$\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}-Ra-R',$$

sur la pile par l'équation

$$\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}(1+a^2)-Ra-R',$$

entre la pile et la culée par :

$$\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}-\frac{R^2}{2P}-R'=-\frac{R'^2}{2P}.$$

Il est évident que la disposition des supports qui rendra ces trois fatigues égales sera la plus favorable à la stabilité. Égalant [1] donc ces fatigues deux à deux on obtiendra deux équations qui, avec l'équation,

$$R+R'=P$$

donnent

$$R=2Pa$$
$$R'=P(1-2a)$$
$$7a^2-8a+2=0.$$

Cette dernière équation donne deux valeurs de a, l'une

$$a=0,7734$$

et l'autre

$$a=0,3694.$$

La seconde de ces valeurs convient seule, car la première donnerait pour R' une valeur négative. (On trouve de même dans les cas suivants deux valeurs de a, parmi lesquelles il est toujours aisé de distinguer la bonne ; aussi nous contenterons-nous de donner par la suite la valeur qui convient.)

La valeur de a introduite dans l'expression de la fatigue *maximum* donne

$$\frac{\varepsilon\mu}{h}=0,0341\,P$$

et pour R et R'

$$R=0,7388\,P$$
$$R'=0,2612\,P$$

[1] Il faut avoir soin en faisant ces calculs de n'égaler que des fatigues de même signe, c'est-à-dire que, quand on égale les fatigues positives sur les supports aux *maximum* négatifs des fatigues des intervalles qu'ils comprennent, on doit changer les signes des termes de l'une des deux fatigues.

— Si l'on avait adopté des espacements égaux on eût trouvé par des calculs que nous ne rapporterons pas ici

$$R = 0,7333\ldots \; P$$

$$R' = 0,266\ldots \; P$$

et pour les fatigues

au milieu $\frac{\varepsilon\mu}{h} = -0,0111\,P,$

sur la pile $\frac{\varepsilon\mu}{h} = 0,0444\,P,$

entre pile et culée $\frac{\varepsilon\mu}{h} = -0,0355\,P.$

Le rapport entre le *maximum* de fatigue dans le cas où

$$a = 0,3694$$

et le *maximum* de fatigue dans le cas où

$$a = \frac{1}{3}$$

est donc $\frac{0,0341}{0,0444} = 0,77.$

— Dans le cas d'espacements égaux et de fermes interrompues sur les piles, le *maximum* de fatigue est

$$\frac{\varepsilon\mu}{h} = -0,0555\,P$$

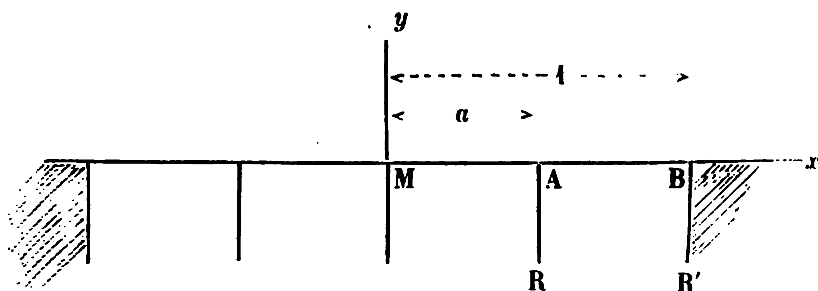
et l'on a pour le rapport des fatigues convenant au cas où $a = 0,3694$ et ce dernier

$$\frac{0,0341}{0,0555} = 0,61.$$

— L'avantage que l'on obtient pour 4 supports, en adoptant une disposition qui rende égales les fatigues *maximum* est, comme on le voit, assez considérable; cet avantage augmente encore dans les cas où le nombre des supports est plus grand.

5 appuis.

Dans ce cas, la symétrie exige qu'il y ait une pile au milieu M



En désignant par :

a, la distance de la pile milieu à la pile A,
l'unité, la longueur MB,
R et R' les réactions des supports A et B,
P le poids uniformément réparti,

on aura pour les équations d'équilibre, en prenant pour axes des x et des y les horizontale et verticale passant par le point M,

de la partie MA

$$\varepsilon \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{P}{2}(1-x)^2 - R(a-x) - R'(1-x)$$

de la partie AB

$$\varepsilon \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{P}{2}(1-x)^2 - R'(1-x).$$

De ces équations on tire aisément pour les valeurs du *maximum* de fatigue :

au milieu $\quad \frac{\varepsilon\mu}{h} = \frac{P}{2} - Ra - R',$

entre les piles M et A $\frac{\varepsilon\mu}{h} = R(1-a) - \frac{(R+R')^2}{2P}$,

sur la pile A $\frac{\varepsilon\mu}{h} = \frac{P}{2}(1-a)^2 - R'(1-a)$,

entre la pile A et la culée $\frac{\varepsilon\mu}{h} = -\frac{R'^2}{2P}$.

Si l'on égale ces fatigues deux à deux, on obtiendra trois équations qui permettront de déterminer a, R et R'.

On arrive par la solution de ces équations aux valeurs suivantes :

$$a = 0{,}5395$$
$$R = Pa = 0{,}5395\ P$$
$$R' = P\left(1 - \frac{3}{2}a\right) = 0{,}19075\ P$$

et pour la fatigue *maximum*

$$\frac{\varepsilon\mu}{h} = 0{,}01819\,P.$$

La réaction de la pile du milieu étant égale à

$$2\,(P - R - R')$$

est égale à Pa comme celle de la pile A.

— Dans le cas d'un espacement égal des supports on trouve

$$R = 0{,}5714\,P$$
$$R' = 0{,}1964\,P$$

Pression sur la pile M $= 0{,}4624\,P$

et pour les fatigues on obtient

au milieu $\frac{\varepsilon\mu}{h} = 0{,}01785\ P$,

entre les piles A et M $\frac{\varepsilon\mu}{h} = -0{,}009\,P$,

sur la pile A $\frac{\varepsilon\mu}{h} = 0{,}0268\ P$,

entre la pile A et la culée $\frac{i\mu}{h} = -0{,}0192\,P$.

Le rapport de la plus grande fatigue dans le cas où $a = 0{,}5375$ à la plus grande fatigue dans le cas d'espacements égaux des supports est en conséquence égal à

$$0{,}68.$$

—Si, l'espacement des appuis étant égal, la pièce était interrompue sur les supports, on trouverait pour la fatigue *maximum*

$$-0{,}03125\,P$$

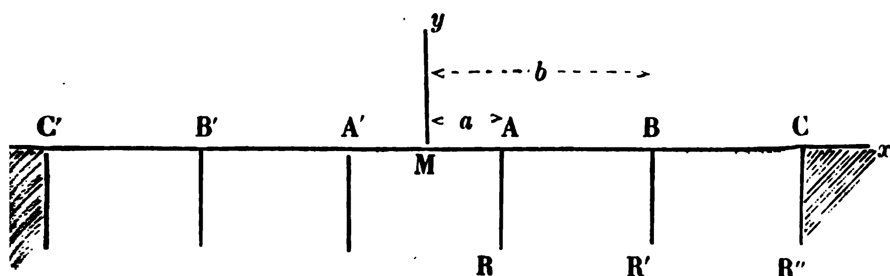
et le rapport de la fatigue correspondante à $a = 0{,}5395$ à cette dernière fatigue serait

$$0{,}58.$$

— On peut remarquer ici que dans le cas d'espacements convenablement déterminés, les trois piles ont à supporter la même charge, égale à Pa. Ce résultat se reproduira dans les cas suivants.

—

6 *appuis*.



Appelons a la distance du milieu M à la pile A
b » » » B
1 la distance M C
R, R', R'' les réactions des supports A, B, C.

En prenant, comme précédemment, pour axes des x et des y les horizontale et verticale passant par le milieu M de la pièce, nous aurons pour les équations d'équilibre

de la partie M A

$$\varepsilon\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{P}{2}(1+x^2)-Ra-R'b-R'',$$

de la partie A B

$$\varepsilon\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{P}{2}(1+x^2)-Rx-R'b-R'',$$

de la partie B C

$$\varepsilon\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{P}{2}(1+x^2)-Rx-R'x-R''.$$

On trouve, à l'aide de ces équations, pour les *maximum* de fatigue

au milieu $\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}-Ra-R'b-R''.$

sur la pile A $\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}(1+a^2)-Ra-R'b-R''.$

entre les piles A et B $\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}-\frac{R^2}{2P}-R'b-R''.$

sur la pile B $\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}(1-b)^2-R''(1-b).$

entre la pile B et la culée $\frac{\varepsilon\mu}{h}=-\frac{R''^2}{2P}.$

En égalant ces fatigues deux à deux et en ajoutant aux 4 équations que l'on obtient ainsi l'équation

$$R+R'+R''=P$$

on trouve

$$a = 0{,}2124$$
$$b = 3a = 0{,}6372$$
$$R = 2Pa = 0{,}4248\,P$$
$$R' = R = 0{,}4248\,P$$
$$R'' = P(1 - 4a) = 0{,}1504\,P$$

et pour la fatigue *maximum*

$$\frac{i\mu}{h} = 0{,}01131\ P.$$

—Dans le cas d'espacements égaux on trouve

$$R = 0{,}390\,P$$
$$R' = 0{,}452\,P$$
$$R'' = 0{,}158\,P$$

et pour les fatigues *maximum*

au milieu $\frac{i\mu}{h} = -0{,}0072\,P,$

sur la pile A $\frac{i\mu}{h} = 0{,}0128\ P,$

entre les piles A et B $\frac{i\mu}{h} = -0{,}00525P.$

sur la pile B $\frac{i\mu}{h} = 0{,}0168\ P,$

entre la pile B et la culée $\frac{i\mu}{h} = -0{,}01248\,P.$

D'où il suit que le rapport entre la fatigue correspondante à $a = 0{,}2124$ et celle qui correspond à des espacements égaux est

0,67.

— Si la pièce était interrompue sur des supports également espacés on trouverait :

$$\frac{\iota\mu}{h} = -0,02\,P$$

pour la valeur de la fatigue *maximum*, et par conséquent

$$0,5655$$

pour le rapport entre les fatigues *maximum* correspondantes respectivement à $a = 0,2124$ et au cas de la discontinuité.

— Remarquons la simplicité des résultats obtenus par l'équation des fatigues *maximum*. La valeur

$$b = 3\,a$$

indique, en effet, que les espacements des piles sont égaux et nous avons trouvé comme dans le cas précédent

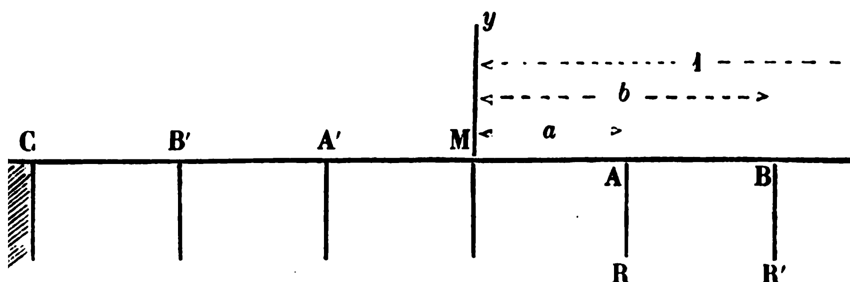
$$R = R'$$

c'est-à-dire que les charges supportées par les piles sont égales. Nous allons retrouver ces deux mêmes résultats dans le cas de 7 supports.

—

7 appuis.

Dans ce cas, en adoptant des notations analogues à celles qui ont servi précédemment et qui sont indiquées ci-dessous dans la figure



on trouve pour les équations d'équilibre

de la partie MA

$$\varepsilon \frac{d^2y}{dx^2}=\frac{P}{2}(1-x)^2-R(a-x)-R'(b-x)-R''(1-x),$$

de la partie AB

$$\varepsilon \frac{d^2y}{dx^2}=\frac{P}{2}(1-x)^2-R'(b-x)-R''(1-x),$$

de la partie BC

$$\varepsilon \frac{d^2y}{dx^2}=\frac{P}{2}(1-x)^2-R''(1-x).$$

On tire de ces équations, pour les *maximum* de fatigue

au milieu $\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}-Ra-R'b-R''$,

sur la pile A $\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}(1-a)^2-R'(b-a)-R''(1-a)$,

sur la pile B $\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}(1-b)^2-R''(1-b)$,

entre les piles M et A $\frac{\varepsilon\mu}{h}=R(1-a)-R'(1-b)-\frac{(R+R'+R'')^2}{2P}$,

entre les piles A et B $\frac{\varepsilon\mu}{h}=R'(1-b)-\frac{(R'+R'')^2}{2P}$,

entre la pile B et la culée $\frac{\varepsilon\mu}{h}=-\frac{R''^2}{2P}$.

Ces six fatigues égalées deux à deux donnent cinq équations qui permettent d'assigner à a, b, R, R', R'' leurs valeurs respectives qui sont

$$a = 0,35$$
$$b = 2a$$
$$R = R' = Pa = 0,35\ P$$
$$R'' = 0,125\ P$$

d'où il suit que la réaction ou la charge de la pile du milieu est aussi égale à

$$2\,P\,(1 - 0{,}35 - 0{,}35 - 0{,}125) = 0{,}35\,P$$
$$= Pa$$

La fatigue *maximum* est égale à

$$\frac{t\mu}{h} = 0{,}0078\ P$$

— Avec des espacements égaux, on eût trouvé, pour le cas de 7 supports

$$R = 0{,}3205\ P$$
$$R' = 0{,}3782\ P$$
$$R'' = 0{,}1314\ P$$

et pour la pression sur la pile du milieu

$$0{,}3398\ P.$$

Les fatigues *maximum* sont, dans cette hypothèse

au milieu M $\frac{t\mu}{h} = 0{,}0096\ P,$

entre les piles M et A $\frac{t\mu}{h} = -0{,}00484P,$

sur la pile A $\frac{t\mu}{h} = 0{,}0087\ P,$

entre les piles A et B $\frac{t\mu}{h} = 0{,}00378\ P,$

sur la pile B $\frac{t\mu}{h} = 0{,}0117\ P,$

entre la pile B et la culée $\frac{t\mu}{h} = -0{,}0085\ P.$

Le rapport entre le *maximum* de fatigue dans le cas d'espacements convenablement déterminés et le *maximum* de fatigue dans le cas de supports également espacés est donc

$$\frac{0,0078}{0,0117} = 0,6666$$

— Dans le cas de l'interruption de la pièce sur les supports, on trouve, pour la fatigue *maximum*

$$\frac{\epsilon\mu}{h} = -0,0139\,P$$

et l'on voit que le rapport précédent devient

$$\frac{0,0078}{0,0139} = 0,56.$$

— Les chiffres qui précèdent montrent que, dans le cas de 7 supports comme dans les précédents, l'espacement des piles entre elles est constant et que la pression que ces piles ont à supporter l'est également, lorsque les distances ont été déterminées par la condition de rendre égaux les *maximum* de fatigue.

CONCLUSIONS.

Si l'on rapproche les résultats obtenus précédemment, on pourra former le tableau suivant, dans lequel la demi-longueur de la pièce est prise pour unité.

NOMBRE des APPUIS	PIÈCE CONTINUE.				
	SUPPORTS CONVENABLEMENT ESPACÉS.				
	ESPACEMENT des piles.	DISTANCE de la pile de rive à la culée.	FATIGUE MAXIMUM $\frac{\varepsilon\mu}{h}=$	PRESSION sur les piles.	ESPACEMENT des supports.
4	0,7388	0,6306	0,0341 P	0,7388 P	0,666....
5	0,5395	0,4605	0,01819 P	0,5395 P	0,5
6	0,4248	0,3628	0,01131 P	0,4248 P	0,4
7	0,35	0,30	0,0078 P	0,35 P	0,333....

Il résulte de ce tableau que l'avantage que l'on obtient en adoptant les espacements indiqués dans la première colonne va toujours en augmentant à mesure que le nombre des piles augmente; cependant, comme les chiffres de la onzième colonne diffèrent de moins en moins entre eux, il en résulte que l'on peut considérer comme sensiblement constant et égal au $\frac{1}{5}$ la diminution de fatigue obtenue par un espacement convenable des supports, dès que le nombre de ces supports atteint le chiffre 6.

On voit aussi en comparant le chiffre de la troisième ligne de la quatrième colonne, au chiffre de la quatrième ligne de

PIÈCES INTERROMPUES SUR LES SUPPORTS. — ENT ESPACÉS.		RAPPORT entre les fatigues des colonnes 4 et 7.	RAPPORT entre les fatigues des colonnes 4 et 9.	OBSERVATIONS.
FATIGUE MAXIMUM $\frac{E\mu}{h}=$	PRESSION sur les piles.			
— 0,0555 P	0,666... P	0,77	0,61	Pour 4, 5, 6, 7 supports, dans le cas d'une pièce continue supportée par des appuis également espacés, le *maximum* de fatigue a lieu sur la pile de rive.
— 0,03125 P	0,5 P	0,68	0,58	
— 0,02 P	0,4 P	0,67	0,5655	
— 0,0139 P	0,333... P	0,666	0,561	

la septième colonne, que dans le cas d'un espacement convenable le *maximum* de fatigue est moins grand avec 6 supports qu'il ne l'est avec 7 supports dans le cas d'un espacement égal des piles et des culées.

On peut aussi remarquer que la distribution indiquée dans les colonnes 2 et 3 rapproche toujours les piles des culées, ce qui peut constituer un avantage notable dans certains cas.

Bruxelles, 20 décembre 1854.

Addition rédigée par M. De Clercq, à la suite d'observations qui lui ont été faites le 3 mars 1855, par M. Lamarle, membre de la sous-commission chargée d'examiner le travail précédent.

Les équations qui établissent l'égalité des fatigues *maximum* donnent, comme on vient de le voir, pour les cas de 4, 5, 6 et 7 supports, les réactions des supports, les distances qui doivent les séparer, ainsi que les valeurs que doivent prendre les fatigues *maximum* pour devenir égales; mais pour que ces résultats soient obtenus, il est nécessaire de remplir une autre condition.

Cette condition est relative à la hauteur des supports. Il faut, en effet, pour que les fatigues *maximum* puissent devenir égales, que la pièce considérée puisse prendre dans chaque cas une certaine courbure, et cette courbure de la pièce ne peut se produire lorsque les supports sont placés à la même hauteur.

Il est donc nécessaire de chercher les équations de la courbe qu'affecte la pièce ([1]) et d'y introduire les valeurs des réactions et des distances indiquées dans le tableau qui précède. On obtient ainsi, en donnant aux x les valeurs correspondantes aux supports, les valeurs de y correspondantes à ces mêmes supports et on en déduit facilement les différences de niveau qui doivent exister entre les supports intermédiaires et les supports extrêmes.

Dans le cas de 3 supports, le seul changement de hauteur de la pile permet d'égaler les fatigues *maximum* et d'arriver à un résultat analogue à celui qui correspond aux conditions d'un espacement et d'une hauteur convenablement déterminés pour les cas de 4, 5, 6, etc., supports.

Nous allons indiquer les calculs qui conduisent à la solution dans le cas de 3 supports. Pour les autres cas, afin de

([1]) Ces équations s'obtiennent comme d'ordinaire par deux intégrations des équations d'équilibre en $\frac{d^2y}{dx^2}$.

ne pas nous répéter, nous nous contenterons de donner les équations de la courbe, ce qui précède pouvant aisément être rectifié en attribuant à la fois à l'espacement et à la hauteur des appuis, ce qui y est attribué à l'espacement seul.

—

3 appuis.

Si l'on désigne par R la réaction de la culée et si l'on représente la demi-longueur de la pièce par l'unité, on trouve pour équation d'équilibre :

$$\varepsilon\frac{d^2y}{dx^2}=\varepsilon\frac{\mu}{h}=P\frac{(1-x)^2}{2}-R(1-x)$$

les fatigues *maximum* tirées de cette équation sont

au milieu $$\frac{\varepsilon\mu}{h}=\frac{P}{2}-R$$

entre A et B $$\frac{\varepsilon\mu}{h}=-\frac{R^2}{2P}$$

en égalant ces deux fatigues on trouve

$$\frac{R^2}{2P}=\frac{P}{2}-R$$

d'où l'on tire

$$R=P(1\pm\sqrt{2})$$

la première de ces deux valeurs convient seule au problème, donc :

$$R=0{,}4142\ P$$

et la fatigue *maximum* correspondante est

$$0{,}0858\ P.$$

— Si l'on cherche maintenant l'équation de la courbe que

doit affecter la pièce considérée, on trouve, en intégrant deux fois l'équation en $\frac{d^2y}{dx^2}$ donnée plus haut

$$\varepsilon y = \frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{12}\right) - R\left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6}\right)$$

Faisant dans cette équation $x = 1$ et remplaçant R par sa valeur 0,4142 P, on trouve pour la flèche f qui convient au milieu de la pièce

$$f = -0{,}013\frac{P}{\varepsilon}.$$

Telle est la valeur de l'abaissement à donner à la pile au-dessous du niveau des culées.

—On sait que, dans le cas où les appuis sont à la même hauteur, la plus grande fatigue *maximum* a lieu au milieu de la pièce et qu'elle a pour valeur

$$\frac{\varepsilon\mu}{h} = 0{,}125\ P.$$

Le rapport de la plus grande fatigue dans le cas de l'abaissement de la pile, et de la plus grande fatigue dans le cas de supports situés à la même hauteur est donc

0,686.

—

Dans le cas de 4 supports, les équations de la courbe sont

de M en A $\quad \varepsilon y = \frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{12}\right) - \frac{R\,a\,x^2}{2} - \frac{R'x^2}{2},$

de A en B $\quad \varepsilon y = \frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{12}\right) - \frac{R}{2}\left(\frac{x^3}{3} + a^2x - \frac{a^3}{3}\right) - \frac{R'x^2}{2},$

et, si l'on introduit dans ces équations les valeurs de *a*, de R et de R′ indiquées au tableau précédent, on trouve que, pour que la courbe correspondante à l'égalité des fatigues *maximum* puisse se produire, il faut que la hauteur des supports intermédiaires soit inférieure à celle des supports extrêmes de la quantité

$$0{,}0047\frac{P}{\varepsilon}.$$

Pour 5 appuis les équations de la courbe sont

de M en A $\varepsilon y=\frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{3}+\frac{x^4}{12}\right)-R\left(\frac{ax^2}{2}-\frac{x^3}{6}\right)-R'\left(\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{6}\right)$,

de A en B $\varepsilon y=\frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{3}+\frac{x^4}{12}\right)-R\left(\frac{a^2x}{2}-\frac{a^3}{6}\right)-R'\left(\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{6}\right)$,

et on trouve, en introduisant dans ces équations les valeurs de *a*, R et R′, que la pile du milieu doit être au-dessous du niveau des culées à une distance

$$0{,}003\frac{P}{\varepsilon}$$

et que la pile de rive doit être au-dessous de ce même niveau à une distance

$$0{,}0022\frac{P}{\varepsilon}.$$

Dans le cas de 6 appuis, la distance du sommet de la pile A au-dessous du niveau des culées doit être égale à

$$0{,}000964\frac{P}{\varepsilon}$$

et la distance du sommet de la pile B au-dessous du même niveau doit être

$$0{,}0018\frac{P}{\varepsilon},$$

les équations de la courbe étant d'ailleurs

de M en A

$$\varepsilon y = \frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2}+\frac{x^4}{12}\right) - R\,\frac{ax^2}{2} - R'\,\frac{bx^2}{2} - R''\,\frac{x^2}{2},$$

de A en B

$$\varepsilon y = \frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2}+\frac{x^4}{12}\right) - R\left(\frac{x^3}{6}+\frac{a^2x}{2}-\frac{a^3}{6}\right) - R'\,\frac{bx^2}{2} - R''\,\frac{x^2}{2},$$

de B en C

$$\varepsilon y = \frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2}+\frac{x^4}{12}\right) - R\left(\frac{x^3}{6}+\frac{a^2x}{2}-\frac{a^3}{6}\right) - R'\left(\frac{x^3}{6}+\frac{b^2x}{2}-\frac{b^3}{6}\right) - R''\,\frac{x^2}{2}.$$

Enfin, dans le cas de 7 appuis les équations de la courbe sont

de M en A

$$\varepsilon y = \frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{3}+\frac{x^4}{12}\right) - R\left(\frac{ax^2}{2}-\frac{x^3}{6}\right) - R'\left(\frac{bx^2}{2}-\frac{x^3}{6}\right) - R''\left(\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{6}\right),$$

de A en B

$$\varepsilon y = \frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{3}+\frac{x^4}{12}\right) - R\left(\frac{a^2x}{2}-\frac{x^3}{6}\right) - R'\left(\frac{bx^2}{2}-\frac{x^3}{6}\right) - R''\left(\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{6}\right),$$

de B en C

$$\varepsilon y = \frac{P}{2}\left(\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{3}+\frac{x^4}{12}\right) - R\left(\frac{a^2x}{2}-\frac{a^3}{6}\right) - R'\left(\frac{b^2x}{2}-\frac{b^3}{6}\right) - R''\left(\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{6}\right).$$

équations qui conduisent à trouver pour les différences de niveau au-dessous des culées

de la pile M $\qquad 0{,}00093\,\frac{P}{\varepsilon},$

de la pile A $0{,}000765\,\frac{P}{\varepsilon}$,

de la pile B $0{,}00027\,\frac{P}{\varepsilon}$.

Les résultats que nous venons d'indiquer réunis aux résultats contenus dans le tableau précédent, forment le tableau qui suit :

NOMBRE des APPUIS.	PIÈCE CONTINUE.					
	SUPPORTS CONVENABLEMENT DÉTERMINÉS.					
	ABAISSEMENT DES PILES AU-DESSOUS DU NIVEAU DES CULÉES.			ESPACEMENT DES PILES.	DISTANCE de la pile de rive à la culée.	FATIG[illegible] MAXIM[illegible]
	Pile 1 [1].	Pile 2.	Pile 3.			
3	$0,013\ \frac{P}{\varepsilon}$	»	»	1	1	0,0868
4	$0,0047\ \frac{P}{\varepsilon}$	»	»	0,7388	0,6306	0,0544
5	$0,0022\ \frac{P}{\varepsilon}$	$0,003\ \frac{P}{\varepsilon}$	»	0,5395	0,4605	0,0184
6	$0,000964\ \frac{P}{\varepsilon}$	$0,0018\ \frac{P}{\varepsilon}$	»	0,4248	0,3628	0,0113
7	$0,00027\ \frac{P}{\varepsilon}$	$0,000765\ \frac{P}{\varepsilon}$	$0,00093\ \frac{P}{\varepsilon}$	0,35	0,30	0,0078

[1] Les numéros des piles sont comptés à partir des culées.

	…RTS DE MÊME HAUTEUR ET ÉGALEMENT ESPACÉS.		PIÈCE INTERROMPUE SUR LES SUPPORTS.			
…ENT …L.	FATIGUE MAXIMUM.	PRESSION MAXIMUM sur les piles.	FATIGUE MAXIMUM.	PRESSION sur LES PILES.	RAPPORT entre les fatigues des colonnes 7 et 10.	RAPPORT entre les fatigues des colonnes 7 et 12.
	0,125	1,25	−0,125	P	0,686	0,686
[illegible]	0,0444 P	0,728 P	−0,0555 P	0,666 P	0,77	0,61
[illegible]	0,0268 P	0,5714 P	−0,03125 P	0,50 P	0,68	0,58
	0,0168 P	0,452 P	−0,02 P	0,40 P	0,67	0,5655
[illegible]	0,0117 P	0,3782 P	−0,0139 P	0,333 P	0,666	0,561

Bruxelles, le 10 mai 1855.

CONSTRUCTIONS.

NOTICE

SUR UN

VIADUC A TRAVÉES EN FER,

CONSTRUIT A ARQUENNES,

SOUS LE CHEMIN DE FER DE MANAGE A WAVRE,

SUIVIE D'UNE

NOTE

CONCERNANT LA DÉTERMINATION DES DIVERSES PARTIES DES POUTRES EN TREILLIS ADOPTÉES POUR CET OUVRAGE;

PAR M. CH. ANDRIES,

INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

I.

Le chemin de fer de Manage à Wavre franchit la vallée de la Samme, dans la commune d'Arquennes, par un viaduc à sept travées en tôle, de 24 mètres d'ouverture, portées par des piles et des culées de 9 à 15 mètres de hauteur. La nécessité de fournir passage à la Samme et au canal de Charleroy à Bruxelles, et d'autre part les avantages qui résultaient de la suppression d'un remblai important, ont décidé les ingénieurs de la société du chemin de fer de Manage à Wavre à construire l'ouvrage dont il s'agit. Ses dimensions le placent parmi les travaux d'art les plus considérables exécutés en Belgique; les poutres des travées présentent d'ailleurs certaines dispositions peu connues jusqu'ici et qui méritent de fixer l'attention des constructeurs.

Nous devons à l'obligeance de M. Legallais, ingénieur de

la société, la communication des dessins fournis par les planches I à V jointes à cette notice; ils font connaître dans son ensemble et dans ses détails le viaduc d'Arquennes.

Les piles et les culées, planches I et V, sont construites en pierre calcaire (petit granit des carrières d'Arquennes), offrant des parements simplement dégrossis à la pointe; leurs faces parallèles à l'axe du canal de Charleroy à Bruxelles, font un angle de 72° avec l'axe du chemin de fer; des supports en fonte, de 2m,32 de hauteur, surmontent les maçonneries et comprennent les poutres, de hauteur égale, qui composent les travées.

Chacune de celles-ci est formée de quatre poutres destinées à porter deux voies entièrement indépendantes. Les deux poutres qui répondent à chaque voie, planches I et III, sont espacées de 3m,46 et placées à égale distance de l'axe de la voie; elles reçoivent, par l'intermédiaire de semelles en bois, un plancher de madriers jointifs sur lequel est jeté un ballast en sable, maintenu par deux cours de madriers placés de champ et qui servent de base aux parapets du viaduc. La voie comprend des rails saillants ordinaires, des coussinets, des longrines avec pièces d'écartement et, en outre, des billes placées sous les longrines à des intervalles de 2m,50.

Les poutres se composent de deux cours de lisses horizontales réunies par une nervure en treillis, d'après le système des ponts en treillis américains. Les lisses supérieures, pl. II, sont formées d'une plate-bande, de deux joues verticales entre lesquelles viennent se réunir les barres du treillis, et de deux fers d'angle dont la face verticale a des hauteurs d'autant moindres que l'on s'approche davantage des appuis. Les lisses inférieures, pl. II, sont formées simplement de joues verticales comprenant les pièces du treillis; ces joues sont doubles dans la partie moyenne de la pièce et simples près des appuis. Les barres du treillis, pl. I, d'un équarrissage uniforme, sont d'autant plus rapprochées que l'on con-

sidère des parties plus voisines des supports, en sorte que la résistance propre du treillis va en croissant depuis le milieu de la poutre jusqu'à ses extrémités. Toutes les parties de la poutre sont réunies à rivets, et les bandes qui composent les lisses sont garnies de plaques formant couvre-joints; les joues verticales des lisses et les barres du treillis sont assemblées à clavettes et à rivets aux supports en fonte qui surmontent les piles et les culées, ainsi que le montrent les planches I et IV.

Enfin, les deux longerons d'une voie sont entretoisés par trois croisillons en fonte, planches I et III, placés normalement à l'axe de la voie; les lisses supérieures et inférieures sont saisies par les extrémités de ces croisillons et par celles de poteaux extérieurs en fonte, puis serrés à l'aide de tirants horizontaux en fer.

—

Avant d'être livrées à la circulation, les travées du viaduc d'Arquennes, entièrement achevées pour une voie, ont été soumises aux épreuves suivantes :

Une charge supplémentaire de 75,000^k, ou de 3,125^k $\left(\frac{75,000^k}{24}\right)$ par mètre courant, équivalente à un train de locomotives du poids le plus élevé relativement à leur longueur, a été laissé pendant une heure sur la voie de chaque travée. Avec la charge permanente d'environ 60,000^k, qui répond au poids de toutes les parties qui composent une demi-travée, chaque poutre supportait donc pendant l'épreuve un poids de $\frac{135,000_k}{2}$ = 67,500^k, ou de 2,812^k,5 par mètre courant. Des nivellements ont constaté, sauf de petites différences dues à des erreurs inévitables, que les poutres ont repris exactement, après l'épreuve, leur forme première; le poids considérable des travées, en maintenant toutes les

parties des fermes dans un état permanent de tension, a rendu nuls des tassements ultérieurs dans les assemblages, et de cette manière l'épreuve n'a point donné lieu à une dépression qui subsistât après l'essai, comme cela a lieu en général pour des fermes en fer ou en charpente qui ne sont point soumises à une charge permanente considérable. Quant à la valeur absolue des flèches observées pendant l'essai, le nivellement a constaté des résultats trop divergents pour qu'il nous soit possible d'en déduire aucune conséquence utile; les extrémités des poutres n'étant point libres, l'on comprend qu'une faible différence dans la longueur des poutres peut, lors de la pose, donner un certain relèvement aux fermes en leur milieu, et de là peuvent naître des différences très-sensibles dans les flèches, sous l'action d'une même charge. Ajoutons toutefois que les plus grandes dépressions observées par le nivellement n'ont pas dépassé $0^m,015$, valeur qui, eu égard à la portée de 24 mètres, peut encore être considérée comme très-faible.

Une deuxième épreuve a eu lieu à charge mobile : un train de trois machines locomotives (deux machines-tender de $27,000^k$ et une machine ordinaire de $40,000^k$) a passé et repassé sur le viaduc avec une vitesse d'au moins quatre lieues à l'heure, et a été enrayé brusquement sur le viaduc. Ces essais ont montré que les oscillations transversales d'une demi-travée se maintiennent dans des limites extrêmement étroites ; la plus grande flèche de courbure horizontale s'est à peine élevée à $0^m,01$ pendant les essais ; la charge permanente des travées, en augmentant leur masse, empêche très-efficacement les oscillations transversales de prendre de l'amplitude.

II.

Il était intéressant d'appliquer le calcul à la détermination des diverses parties qui composent les poutres en treillis du

viaduc d'Arquennes et de comparer ses résultats avec les dispositions adoptées.

Les considérations suivantes font d'abord connaître quels sont les efforts auxquels il importe d'avoir égard dans la flexion des poutres en treillis, et quelles sont les conditions dans lesquelles se trouvent les longerons du viaduc d'Arquennes.

Dans une poutre formée de deux tables ou en général de deux ou de plusieurs cours de lisses longitudinales, réunies par une nervure en treillis, l'office de celle-ci est de rendre solidaires les premières pièces, de telle façon que leurs fibres soient soumises à des contractions ou à des extensions, comme si elles appartenaient à une pièce unique, fléchissant à la manière des pièces pleines.

En général, l'on fait abstraction de la résistance que le treillis, en lui-même, peut opposer à la flexion transversale, et l'on considère ainsi les lisses comme intervenant seules pour établir l'équilibre de rotation entre les actions extérieures et les efforts développés suivant les lisses dans une même section transversale; l'on ne se préoccupe point d'ailleurs de l'équilibre de translation verticale, que l'on considère comme s'établissant, de la même manière que dans une pièce pleine, par les forces transverses mises en jeu dans chaque section transversale de la poutre.

Or, si l'on remarque que les lisses, considérées seules, ont une raideur propre extrêmement faible, les charges verticales qu'il faudrait leur appliquer isolément, pour leur faire prendre la forme qu'elles affectent en participant à la flexion générale d'une poutre assemblée, sont très-petites, et il en est nécessairement de même des forces transverses mises en jeu dans chaque section des lisses; dès lors il est manifeste que c'est essentiellement, sinon uniquement, par l'intermédiaire de la nervure que l'équilibre vertical s'établit dans le système, et il importe que les pièces du treillis soient capables, en chaque section, de fournir dans le sens

vertical des réactions égales aux efforts extérieurs qui, relativement à la section considérée, tendent à *trancher* verticalement la poutre [1].

L'on voit par là que, dans une poutre en treillis, les bandes longitudinales et les pièces interposées doivent être capables de résister séparément à des efforts déterminés; et dans chaque cas il y a lieu de chercher les valeurs de ces efforts et d'y proportionner les dimensions des lisses et des pièces du treillis, selon les conditions où se trouve la poutre, quant aux charges qu'elle doit recevoir et quant à la manière dont elle est appuyée.

S'il s'agit de travées pour chemins de fer, les longerons sont soumis, en général, comme au viaduc d'Arquennes, à une charge permanente uniformément répartie, et ils ont à résister en outre aux trains qui parcourent les travées. Nous assimilerons l'action de ceux-ci à celle d'une charge supplémentaire, uniforme par mètre courant, qui viendrait couvrir graduellement la travée en s'étendant d'une de ses extrémités vers l'autre; si l'on observe que les pressions des roues d'un train se transmettent aux longerons par l'intermédiaire de rails, de longrines et d'un ballast en sable, l'on peut affirmer

[1] Les ingénieurs anglais ont appelé *efforts tranchants* les efforts dont il s'agit ici; ils ont, les premiers, tenu compte des variations que ces efforts subissent pour renforcer vers les appuis les nervures verticales des poutres.

Dans son ouvrage intitulé : *Travaux d'art, voie, matériel des chemins de fer d'Allemagne*, M. Couche, pour déterminer les efforts qui sollicitent les diverses parties d'une poutre en treillis, a considéré les lisses longitudinales comme étant formées d'une suite d'éléments articulés aux sommets du treillis et résistant simplement comme des pièces tirées ou pressées suivant leurs axes; il a traité le cas d'une poutre librement appuyée, portant une charge uniformément répartie ou un poids appliqué en un point quelconque de la poutre. Nous ne pensons point qu'il soit nécessaire de considérer les lisses comme discontinues et d'abandonner ainsi, pour traiter la question qui nous occupe, la théorie générale de la flexion transversale, la seule qui soit conforme aux faits qui se passent dans la flexion; seulement il y a lieu de considérer simultanément les conditions d'équilibre de rotation et de translation. D'ailleurs la théorie générale de la flexion transversale s'applique seule d'une manière simple et complète à tous les cas qui peuvent se présenter quant au mode de chargement et au mode d'appui des poutres.

que la répartition des pressions ne s'écartera pas notablement de l'uniformité. Dans les applications numériques, nous supposerons d'ailleurs que la charge mobile soit équivalente à un train de machines locomotives, afin de nous placer dans les circonstances les plus défavorables.

Quant au mode d'appui des longerons à leurs extrémités, nous considérerons les poutres du viaduc d'Arquennes comme librement appuyées; la réunion de leurs extrémités avec les supports en fonte qui surmontent les piles et les culées tend, à la vérité, à modifier cette condition, mais nous présenterons plus loin diverses remarques sur ce point.

Dans les hypothèses que nous venons d'énoncer, nous allons déterminer toutes les circonstances de la flexion des longerons qui nous occupent. Nous traiterons successivement de l'équilibre de rotation et de l'équilibre de translation verticale : le premier conduit à la détermination des lisses, le second à celle des pièces du treillis.

—

Équilibre de rotation.—Lisses longitudinales.—Nommons, fig. 1, pl. VI,

a' la distance AP des appuis,

p' la charge permanente uniforme que supporte une poutre par mètre de longueur;

a la longueur variable AM, couverte par la charge mobile,

p la pression par mètre courant due à celle-ci;

ι le moment d'élasticité de la pièce,

κ le changement de longueur qu'éprouvent, par unité de longueur, les fibres les plus éloignées de l'axe d'équilibre, dans une section quelconque dont la distance au plan AA soit représentée par l'abcisse x,

h la distance de ces fibres à l'axe d'équilibre.

En remarquant que la réaction de l'appui en P est mesurée par la somme,

$$p'\frac{a'}{2}+p\frac{a^2}{2a'},$$

le moment des forces extérieures par rapport à une section quelconque de la partie MP sera,

$$p'\frac{(a'-x)^2}{2}-\left(p'\frac{a'}{2}+p\frac{a^2}{2a'}\right)(a'-x),$$

et, observant que le moment des forces extérieures développées par la flexion dans une section transversale, a pour mesure le produit $\frac{\varepsilon}{h}\mu$, l'équilibre de rotation relativement à la section considérée sera exprimé par l'équation,

$$\frac{\varepsilon}{h}\mu=p'\frac{(a'-x)^2}{2}-\left(p'\frac{a'}{2}+p\frac{a^2}{2a'}\right)(a'-x),$$

qui peut se mettre sous la forme,

$$\frac{\varepsilon}{h}\mu=-\left[\frac{p'}{2}(a-x)x+p\frac{a^2}{2a'}(a'-x)\right]\ldots\ldots(1).$$

Pour une section de la partie AM de la pièce, le moment des forces extérieures, exprimé par

$$p'\frac{(a'-x)^2}{2}+p\frac{(a-x)^2}{2}-\left(p'\frac{a'}{2}+p\frac{a^2}{2a'}\right)(a'-x),$$

fournit l'équation d'équilibre,

$$\frac{\varepsilon}{h}\mu=p'\frac{(a'-x)^2}{2}+p\frac{(a-x)^2}{2}-\left(p'\frac{a'}{2}+p\frac{a^2}{2a'}\right)(a'-x),$$

ou bien,

$$\frac{\varepsilon}{h}\mu=-\left[\frac{p'+p}{2}(a'-x)x-p\frac{(a'-a)^2}{2a'}x\right]\ldots\ldots(2).$$

Les seconds membres des équations (1) et (2) (abstraction faite du signe négatif, qui indique simplement que la cour-

bure de la pièce est constamment concave vers le haut) sont constamment croissants avec la longueur a, quelle que soit la valeur particulière attribuée à x; la plus grande valeur des moments des forces extérieures, relativement à chaque section de la pièce, correspond donc au cas où la charge mobile couvre entièrement la poutre; et, faisant $a = a'$ dans l'équation (2), il vient pour condition d'équilibre relative à ce cas,

$$\frac{\varepsilon}{h}\mu = -\frac{p'+p}{2}(a'-x)x. \dots (3).$$

En portant, fig. 2, pl. VI, sur la droite ADP prise pour distance des appuis, des ordonnées proportionnelles aux valeurs que prend le second membre de cette relation, la parabole AdP donne pour chaque abscisse prise suivant AP la valeur du plus grand moment des forces extérieures. Si la pièce présente en chacune de ses sections une résistance uniforme ou si le rapport $\frac{\varepsilon}{h}$ est constant, les fatigues varieront suivant les ordonnées de cette courbe; ou bien, si, en vue d'égaliser les fatigues dans les diverses sections, la résistance est variable, d'une manière continue ou discontinue, il importe, en la supposant déterminée au milieu, qu'elle décroisse du milieu vers les extrémités sans qu'elle puisse en aucun point devenir inférieure à la valeur qui répond aux ordonnées de la courbe AdP.

Examinons, pour les poutres du viaduc d'Arquennes, comment varie leur résistance à la flexion. Les lisses longitudinales y affectent trois profils différents, représentés fig. 3, pl. VI, et l'on trouve aisément par des méthodes connues:

1° Pour la partie moyenne CDE, fig. 2, pl. VI, sur 7 mètres de longueur, et E étant le coëfficient d'élasticité du fer laminé,

$$h = 1^{m},267, \quad \varepsilon = 0,0337\ E, \quad \frac{\varepsilon}{h}\mu = 0,266\ E\mu,$$

2° Pour les parties intermédiaires BC et EF, sur $7^m,80$ de longueur,

$$h = 1^m,234, \quad \varepsilon = 0,0325\,E, \quad \frac{\varepsilon}{h}\mu = 0,0263\,E\mu.$$

3° Pour les parties extrêmes AB et FP, sur $9^m,20$ de longueur,

$$h = 1^m,533, \quad \varepsilon = 0,0208\,E, \quad \frac{\varepsilon}{h}\mu = 0,0136\,E\,\mu.$$

En élevant ensuite aux points A,B,C,D.... des ordonnées proportionnelles aux valeurs de $\frac{\varepsilon}{h}\mu$ qui correspondent à chacun de ces points, et faisant coïncider l'ordonnée du milieu avec la longueur D*d* déjà tracée, la ligne brisée *a b c d*..... représentera la loi suivant laquelle varie la résistance de la poutre à la flexion transversale.

L'on voit par ce tracé que la résistance des lisses est proportionnellement moindre aux points B et F qu'en tout autre point de la poutre; sans augmenter le poids total des fers, l'on eût pu éviter ces points plus faibles en diminuant un peu les dimensions des lisses dans les parties intermédiaires BC et EF et en prolongeant ces parties vers les extrémités, de manière à ce que le contour brisé *a b c d*..... circonscrive entièrement la coube A*d*P.

Cherchons enfin les plus grandes fatigues dans la section milieu D et dans les sections B et F. L'équation (3) donne

$$\mu = \frac{h}{\varepsilon}\,\frac{p'+p}{2}\,(a'-x)\,x;$$

faisant :

$a' = 24$ mètres, distance des appuis,

$p' = \frac{1}{2}\,\frac{60,000^k}{24} = 1,250^k$, en évaluant la charge permanente d'une travée pour une voie simple à $60,000^k$,

$p=\frac{1}{2}\frac{75,000^k}{24}=1,562^k,5$, en portant à $75,000^k$ par travée ou à $3,125^k$ par mètre courant la charge d'un train de machines locomotives,

$E=15,000,000,000^k$, valeur admise par plusieurs ingénieurs lorsque les fers ont un fort équarrissage,

$x=12^m$, $h=1^m,267$, $\varepsilon=0,0337\,E$, pour la section D,

$x=4^m,60$, $h=1^m,533$, $\varepsilon=0,0208\,E$, pour les sections B et F,

l'on trouve, abstraction faite du signe négatif,

au milieu de la poutre, $\mu=0,000508$,

aux sections B et F, $\mu=0,000617$;

ces valeurs, même la dernière, ne dépassent point les limites que comporte la résistance permanente de la tôle, et l'on peut ainsi regarder les dimensions données aux lisses comme étant pleinement suffisantes.

Nous avons considéré dans ce qui précède les longerons du viaduc d'Arquennes comme étant librement appuyés; la disposition des lisses inférieures, formées simplement de joues verticales sans fers d'angle et par là impropres à résister par compression, et, d'autre part, la réduction apportée aux dimensions des lisses supérieures et inférieures vers les appuis, montrent que les longerons ont été projetés pour résister dans la condition que nous avons supposée. Leur fixation sur les supports ne doit être considérée que comme un moyen supplémentaire de consolidation, ayant pour objet d'encastrer plus ou moins complétement les extrémités et par là d'augmenter la résistance des longerons. Mais cet encastrement, en faisant naître des points d'inflexion dans le longeron, produit, entre ces points et les appuis, des

compressions qui exposent les lisses inférieures à des flexions dangereuses près des appuis; il transporte en outre les plus grandes fatigues sur les appuis, où les lisses ont précisément la plus faible résistance. Par cette double raison, nous considérons la fixation des longerons du viaduc d'Arquennes sur les appuis comme étant plutôt nuisible qu'utile; elle empêche d'ailleurs les longerons de suivre librement les changements de longueur qui résultent des variations de la température et peut ainsi les exposer à des fatigues nouvelles.

—

Équilibre de translation verticale. — Nervure en treillis. — L'effort qui tend à trancher verticalement une pièce posée sur deux appuis horizontaux et fléchissant transversalement, a pour mesure, relativement à une section quelconque, la différence entre la charge comprise depuis cette section jusqu'à l'un des appuis et la réaction de cet appui; pour une poutre à nervure en treillis l'équilibre de translation exige, d'après ce que nous avons dit précédemment, que les pièces qui composent le treillis réagissent verticalement avec une intensité égale à cet effort [1].

Si l'on considère une section quelconque de la partie MP de la poutre, fig. 1, pl. VI, non couverte par la charge mobile, l'effort tranchant, d'après les notations précédentes, est exprimé par,

$$p'(a'-x)-\left(p'\frac{a'}{2}+p\frac{a^2}{2a'}\right);$$

en appelant R l'intensité des réactions développées par

[1] Rigoureusement, à cause de la discontinuité du contact des lisses longitudinales avec la nervure, la condition énoncée ne saurait point être satisfaite relativement à chaque section verticale faite dans une nervure en treillis; elle doit exister néanmoins dans l'intervalle de deux sommets successifs du treillis, et cela suffit pour que sa traduction par l'analyse puisse nous conduire à la loi suivant laquelle varient, dans toute l'étendue de la pièce, les réactions mises en jeu dans le treillis.

extension ou contraction suivant l'axe des pièces du treillis qui aboutissent à la section considérée, et nommant α l'angle constant que forment les barres du treillis avec la verticale, l'on doit avoir,

$$\mathrm{R}\cos\alpha = p'(a'-x) - \left(p'\frac{a'}{2} + p\frac{a^2}{2a'}\right)$$

ou

$$\mathrm{R}\cos\alpha = p'\left(\frac{a'}{2} - x\right) - p\frac{a^2}{2a'} \dots\dots (4).$$

Relativement à une section de la partie AM, couverte par la charge mobile, l'effort précédent a pour expression,

$$p'(a'-x) + p(a-x) - \left(p'\frac{a'}{2} + p\frac{a^2}{2a'}\right)$$

et l'on doit encore avoir l'équation,

$$\mathrm{R}\cos\alpha = p'(a'-x) + p(a-x) - \left(p'\frac{a'}{2} + p\frac{a^2}{2a'}\right)$$

ou

$$\mathrm{R}\cos\alpha = (p'+p)\left(\frac{a'}{2} - x\right) - p\frac{(a'-a)^2}{2a'} \dots\dots (5).$$

Examinons comment varient, avec a, les seconds membres des équations (4) et (5). Pour $a = 0$ et pour $a = a'$, ces équations deviennent respectivement,

$$\mathrm{R}\cos\alpha = p'\left(\frac{a'}{2} - x\right), \dots\dots (6)$$

$$\mathrm{R}\cos\alpha = (p'+p)\left(\frac{a'}{2} - x\right), \dots\dots (7).$$

et les seconds membres de ces relations donnent, en chaque section de la poutre, l'effort qui tend à trancher celle-ci, lorsqu'elle est couverte par une charge uniformément répartie dont le poids par mètre courant est successivement

la position de la charge mobile, et les barres du treillis sont alternativement comprimées et étendues; cette circonstance exclurait l'emploi de la fonte dans la zone $m\,m'$, si elle était adoptée pour les pièces comprimées dans les autres zones.

Il résulte donc de la discussion précédente que les valeurs les plus grandes de l'effort tranchant répondent dans chaque moitié de la pièce aux ordonnées des courbes $a\,n'$ et $n\,p$; si le treillis présente une résistance uniforme, la plus grande fatigue de ses diverses parties variera en chaque section suivant ces ordonnées; si la résistance du treillis est variable, elle doit aller en diminuant des extrémités de la pièce vers le milieu, et il importe, en la supposant déterminée près des supports, qu'elle ne décroisse point plus rapidement que suivant les courbes $a\,n'$ et $p\,n$.

Les longerons du viaduc d'Arquennes offrent, sur chaque moitié, quatre zones AB, BC, CD, DE, figures 1 et 4, pl. VI, dont les résistances sont différentes; les barres du treillis y ont des dimensions constantes, tandis que le nombre de barres rencontrées par un plan vertical est de 8, 6, 4 et 2; en admettant que, dans une section quelconque, toutes les pièces concourent d'une manière égale à l'équilibre, les unes par contraction, les autres par extension, la résistance du treillis est proportionnelle aux nombres précédents; et si l'on considère celle-ci comme étant représentée par l'ordonnée Aa, fig. 4, dans la section AA, fig. 1, la ligne brisée $abcde$, dont les distances à l'axe AE varient dans le rapport des nombres 8, 6, 4 et 2, donnera la loi suivant laquelle varie la résistance du treillis dans les poutres du viaduc d'Arquennes. L'on voit que cette ligne brisée se rapproche d'une manière très-satisfaisante de la courbe $a\,n'$ tracée d'après les considérations exposées précédemment, et les dispositions admises se trouvent ainsi parfaitement motivées.

La section du treillis où la fatigue est la plus grande

répond au point c pour lequel la différence relative entre les ordonnées de la courbe $a\,n'$ et celles de la ligne brisée $a\,e$ est la plus considérable; cherchons la valeur de la fatigue dans cette section et aussi dans celle qui répond au point d'appui A. En désignant par ω la section transversale des barres du treillis et par n le nombre de barres rencontrées par un même plan vertical, la fatigue de l'une d'elles, en admettant toujours qu'elles concourent également à l'équilibre, sera exprimée par

$$\mu = \frac{1}{n}\frac{R}{E\omega},$$

μ et E ayant les significations déjà indiquées; en vertu de l'équation (8) cette valeur devient,

$$\mu = \frac{1}{n}\frac{1}{E\omega}\frac{1}{\cos\alpha}\left\{p'\left(\frac{a'}{2}-x\right)-p\frac{x2}{2a'}\right\};$$

Mais la formule (8) convenant seulement au calcul des ordonnées de la courbe inférieure $a'\ m\ n\ p$, on observera qu'il faudra, pour avoir les fatigues qui répondent aux ordonnées de la courbe $a\,n'$ dans les points A et c, calculer à l'aide de la formule précédente les fatigues qui ont lieu dans les sections symétriques P et F, pour lesquelles x est égal à 24 mètres et à $19^m,50$. Substituant ces valeurs, et faisant en outre :

n successivement égal à 8 et à 4,

$a' = 24^m$,

$p' = 1250^k$,

$p = 1562^k,5$,

$\cos\alpha = \dfrac{2^m,10}{2^m,90}$ ou $\dfrac{1}{\cos\alpha} = 1,381$,

$\omega = 0^m,07 \times 0^m,02 = 0^{m^2},0014$,

$E = 15,000,000,000^k$,

l'on trouve, abstraction faite du signe négatif,

$$\text{aux points A et P, } \mu = 0{,}000277,$$
$$\text{aux points C et F, } \mu = 0{,}000358.$$

Ces fatigues correspondent à des charges de $4^k{,}155$ et $5^k{,}37$ par millimètre carré; comme on le voit, ces charges sont très-faibles, mais la liaison établie entre les pièces du treillis aux points où elles se croisent, en vue d'éviter la flexion de ces pièces par compression et d'ajouter en même temps à la résistance transversale de la poutre, a pour effet inévitable de produire des flexions dans les barres du treillis lorsque la poutre fléchit. Cette circonstance oblige à ne point soumettre les treillis à des efforts directs trop grands, et il peut être convenable à cet égard de ne point dépasser les valeurs précédentes (1). D'ailleurs moins sont grands les changements de forme que les pièces du treillis peuvent prendre, en ne les soumettant qu'à une faible fatigue, moins le tassement général de la nervure sous le passage des charges sera considérable et mieux se maintiendra la forme générale de la poutre.

La manière dont la résistance du treillis a été envisagée dans ce qui précède conduit à la détermination de l'inclinaison qu'il convient de donner aux barres d'une nervure en treillis, pour que, à égalité de résistance dans le sens vertical, la quantité de matière employée à la nervure soit *minima*.

En général, un treillis se compose d'une ou de plusieurs suites de pièces dont les points de rencontre sont sur les lisses horizontales qui limitent la poutre; il importe que les dispositions des barres soient telles que les intervalles de

(1) Dans certains ponts américains, l'on n'a point relié les pièces du treillis aux points de croisement; dès que l'on donne à ces pièces des formes transversales qui empêchent leur flexion et que les dimensions des lisses suffisent pour l'équilibre de rotation, cette disposition nous semble recommandable.

deux points de contact successifs du treillis avec les lisses ne permettent point la flexion de celles-ci, sous l'action de la charge directe qu'elles peuvent recevoir ou sous l'action d'un effort de compression.

Or, il est aisé de voir, en examinant les types représentés figures 5, 6 et 7, pl. VI, où les sommets du treillis sont également espacés sur les lisses et où la flexion directe de celles-ci peut ainsi être considérée comme évitée au même degré, que l'on peut remplir la condition précédente de diverses manières, selon l'inclinaison donnée aux pièces du treillis et selon le nombre des suites de pièces interposées entre les lisses. Dans ces diverses dispositions, les quantités de matière répondant à une même portion $m\ n\ p\ q$ de la poutre ne sont pas les mêmes, et nous allons chercher la condition qui les rend *minima*.

En appelant α l'angle des barres du treillis avec la verticale et h la distance, supposée constante, des axes des lisses extrêmes, la longueur totale des barres comprises dans la portion $m\ n\ p\ q$ sera exprimée, quel que soit α, par

$$2\frac{h}{\cos\alpha}.$$

D'autre part, φ étant l'effort tranchant dans la section mn et n désignant le nombre de barres, supposées uniformes, qui y aboutissent, la réaction mise en jeu dans chaque barre sera exprimée par

$$\frac{1}{n}\,\frac{\varphi}{\cos\alpha};$$

mais le nombre n est double de celui des intervalles constants δ compris sur une des lisses, entre l'extrémité de la poutre et le point où aboutit sur cette lisse la barre qui part de l'angle opposé de la poutre, et l'on a

$$n = 2\frac{h\tang\alpha}{\delta};$$

la réaction précédente peut donc être exprimée par,

$$\frac{\varphi\delta}{2h\sin\alpha},$$

et la section des barres doit être proportionnelle à cette valeur.

De là résulte que la quantité de matière comprise dans la portion $m\ n\ p\ q$ du treillis est proportionnelle au produit,

$$\frac{2h}{\cos\alpha}\times\frac{\varphi\delta}{2h\sin\alpha}\text{ ou }\frac{\varphi\delta}{\sin\alpha\cos\alpha},$$

dont la valeur la plus petite répond à $\alpha = 45°$, et telle est l'inclinaison la plus avantageuse à donner aux barres du treillis.

Elle a été adoptée dans la construction de beaucoup de poutres en treillis ; au viaduc d'Arquennes elle a également été admise, sauf une légère différence. Pour les longerons de cet ouvrage, le plus grand écartement des points de contact de la nervure avec les lisses est de 1 mètre ; afin de ne pas changer l'équarrissage des barres, tout en diminuant la résistance de la nervure de la poutre vers le milieu, la distance des sommets du treillis a été portée à 2 mètres et l'on a eu recours, dans la partie moyenne, à des poteaux d'appui qui soutiennent les lisses entre deux sommets ; vers les extrémités les pièces sont doublées, de telle sorte que la distance entre les sommets du treillis est réduite à $0^{m},50$ [1].

Tout ce qui concerne la résistance des nervures en treillis s'applique nécessairement aux poutres formées de lisses

[1] Dans les longerons du système Néville (tome XII des *Annales des travaux publics*), la disposition de la nervure ne comporte point le croisement des pièces. Pour que les sommets de la nervure soient convenablement rapprochés sur les lisses, les barres qui la composent font avec la verticale un angle beaucoup moindre que 45° ; il en résulte un désavantage sur les treillis du système des ponts américains. Le système Néville ne permet point aussi de faire facilement varier la résistance de la nervure d'un point à l'autre de la poutre.

longitudinales réunies par une nervure pleine. La résistance de celle-ci doit être proportionnée en chaque section aux valeurs que prend l'effort tranchant, mais il est plus difficile de donner, *à priori*, des règles propres à déterminer les dimensions absolues qu'il convient de donner à la nervure en un point déterminé de la poutre.

Gand, le 24 avril 1855.

MINES.

MÉMOIRE

SUR

LES MOYENS DE PÉNÉTRER DANS LES MINES ENVAHIES PAR LES GAZ NUISIBLES ;

PAR M. HUBERT FLAMACHE,

ASPIRANT-INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES, DIRECTEUR GÉRANT DES CHARBONNAGES RÉUNIS DE LA VALLÉE DU PIÉTON, A ROUX, PRÈS CHARLEROY.

Les couches de houille étant plus ou moins inclinées à l'horizon, comme aussi les filons, les amas, etc., il se trouve dans les travaux qui ont pour but l'exploitation d'une substance minérale quelconque, des galeries horizontales, des galeries montantes ou descendantes, des tailles presque verticales, des puits, des burquins tout à fait d'aplomb. Tout cela, développé sur une grande échelle, forme un dédale obscur, que ne visitent jamais sans ressentir une impression de crainte ceux que l'habitude n'a pas encore familiarisés avec les travaux des mines.

C'est dans ces abîmes souterrains que s'agite toute une population, hommes, femmes et enfants, livrée à des travaux pénibles et exposée à tous les genres de dangers, dont un surtout plus terrible que tous les autres, l'inflammation du grisou, atteint non-seulement les ouvriers qui ont échappé à l'action directe des gaz détonnants, mais encore souvent ceux qui se trouvaient, au moment de l'explosion, hors de la sphère d'action de ces gaz.

Après une catastrophe de cette nature, la circulation du courant d'air ventilateur de la mine est interrompue; les

cloisons, les portes destinées à diriger ce courant sont détruites ; les remblais sont ébranlés ; les bois brisés, renversés. Des éboulements plus ou moins étendus se produisent dans les galeries et interceptent le passage. Des gaz délétères remplissent la mine. Quelquefois aussi au moment de l'explosion un courant impétueux faisant irruption au dehors, renverse les machines destinées à l'aérage, ou les met hors de service.

Dans cet état de choses, il devient impossible de pénétrer dans les travaux ; on se trouve alors dans l'affreuse alternative de laisser sans secours les ouvriers qui s'y trouvent, ou d'exposer la vie des hommes courageux qui se dévouent pour sauver leurs compagnons. Cependant il faut prendre un parti, car le temps presse : il y a des femmes, des enfants, que l'on entend gémir, des infortunés pères de famille qu'un peu d'air frais pourrait peut-être sauver encore.

Le premier soin qu'il faut avoir pour pénétrer dans les travaux, est de rétablir la circulation de l'air. Lorsque les appareils destinés à cet objet n'ont pas été détruits par l'explosion, on peut y parvenir en remettant les portes d'aérage ou en les remplaçant par des couvertures d'étoupes, tenues en réserve dans une des parties de la mine en tout temps accessible. Mais il est des cas où l'on ne peut faire un seul pas dans les galeries, sans se trouver enveloppé d'une atmosphère méphitique, où il est impossible de respirer sans l'emploi de moyens spéciaux, d'une efficacité le plus souvent douteuse et insuffisants, d'ailleurs, dans la plupart des travaux qui ont pour but l'exploitation du charbon.

C'est dans l'espoir de voir se répandre et se généraliser l'emploi d'un procédé facile et éminemment pratique, pour pénétrer dans un milieu irrespirable, que nous nous sommes déterminé à écrire ce mémoire, et si nous ne sommes pas parvenu à résoudre la question par l'indication d'un moyen tout à fait nouveau, infaillible pour tous les cas qui peuvent

se présenter, nous aurons du moins contribué, par l'application aux travaux des mines de celui que nous indiquons, à faire avancer d'un pas cette partie si intéressante de l'exploitation des mines, et aplani la route aux perfectionnements qui seront, sans aucun doute, la suite de l'idée que nous avons mise à exécution.

Avant d'aborder la description de notre procédé, nous croyons toutefois qu'il ne sera pas sans intérêt de passer en revue les moyens qui ont été proposés à diverses époques pour pénétrer dans les gaz irrespirables.

§ 1er. *Exposé sommaire des moyens tentés jusqu'ici.*

L'administration des mines de France a publié sur ce sujet une instruction pratique qui se trouve dans les *Annales des mines*, tome X, 1re série. Nous nous proposons d'examiner sommairement chacun d'eux en faisant ressortir les motifs qui s'opposent à leur emploi.

Les principes sur lesquels reposent les moyens connus pour séjourner dans des milieux irrespirables, sont les suivants :

1° Entretenir une communication libre entre les organes de la respiration et l'air extérieur ;

2° Fournir de l'air pur dans un réservoir à air comprimé ;

3° Priver l'air du principe méphitique qu'il contient ;

4° Produire de l'air respirable artificiel.

Les appareils construits d'après le premier de ces principes sont nommés *tubes respiratoires ;* ils consistent en un boyau en toile ou en cuir, ouvert aux deux extrémités, et maintenu par un fil de fer ou de cuivre contourné en spirale.

A l'une des extrémités de ce tube, se trouve une embouchure métallique qui s'adapte sur la bouche, où elle est fixée au moyen de petites courroies dont le tube est muni. L'autre extrémité du tube est évasée comme le pavillon d'un cor. Une petite soupape très-légère est placée de manière à s'ou-

vrir du côté de la bouche quand on aspire ; elle se ferme au contraire quand on renvoie l'air. L'air expiré s'écoule par un petit tube fixé sur l'embouchure. Lorsqu'on veut se servir de cet appareil, il faut se comprimer les narines au moyen d'une pince. Il ne peut être employé que dans les puits peu profonds, dans les égouts, dans les galeries de peu d'étendue, à cause du frottement de l'air dans le tube qui rend l'aspiration difficile quand celui-ci a une longueur un peu considérable.

Pour vaincre cette résistance et faciliter le jeu des poumons, on a proposé l'emploi des soufflets mis en mouvement par l'ouvrier chargé de l'appareil, ou par un aide qui se tient dans la partie de la mine où l'air est pur.

Ces soufflets, en compliquant l'appareil, ont en outre l'inconvénient de le rendre embarrassant et par suite impropre à servir au sauvetage des ouvriers.

Les réservoirs d'air portatifs, à parois flexibles, sont formés d'une matière souple, soit en peau, en cuir, en taffetas, ou en caoutchouc, afin qu'ils puissent s'affaisser d'eux-mêmes lorsque l'air est aspiré ; on les remplit d'air au moyen d'un soufflet muni d'une soupape ; le tube respiratoire communique avec ce réservoir ; ils peuvent être portés à dos ou sur un chariot. Dans le premier cas, ils contiennent environ 140 litres ; dans le second cas, 630. Ils sont décrits dans l'instruction pratique de 1824, publiée par l'administration des mines en France, et dans le tome X des *Annales des mines*, 1re série.

M. Boisse, ingénieur directeur des mines de Carmaux (Tarn), dans son mémoire sur les explosions dans les mines de houille, publié en 1840, par ordre de l'académie des sciences de Bruxelles, dit, page 121, qu'après une série d'expériences entreprises dans les mines de Carmaux, il est resté convaincu de leur insuffisance comme moyen de sauvetage pour les raisons suivantes :

L'enveloppe de cuir dans laquelle est renfermée la provi-

sion d'air n'est jamais parfaitement imperméable, malgré l'enduit de caoutchouc dont elle est revêtue, d'où résulte une perte assez notable d'air.

Cette enveloppe a le défaut de se détériorer promptement.

Les dernières portions d'air ne peuvent être aspirées qu'avec difficulté, à cause de la résistance assez grande que l'élasticité des parois du sac oppose à la pression atmosphérique.

Les grandes dimensions que l'on est obligé de donner aux sacs à air, les rendent très-embarrassants et très-peu portatifs, de sorte qu'il est impossible à l'ouvrier qui en est armé, de pénétrer dans les galeries ordinaires des mines; et, en supposant même qu'il puisse y parvenir, il ne lui restera ni la force ni la liberté de mouvement nécessaire pour secourir ses camarades blessés ou asphyxiés et les transporter en lieu de sûreté.

Enfin, les sacs à air de dimensions fort considérables, et pour cela même fort incommodes, ne peuvent contenir que la provision d'air nécessaire pour un temps fort limité. Ainsi, il a été trouvé par des expériences directes, qu'un sac à air, porté à dos, d'une capacité de 138 litres 50 centilitres, ne peut entretenir la respiration que pendant 11 $\frac{1}{2}$ minutes; et si l'on emploie une partie de l'air du réservoir, pour alimenter la combustion de la lampe, la provision contenue dans ce réservoir ne suffira plus que pendant une durée de 7 $\frac{1}{2}$ minutes.

Quant au grand sac contenu dans un chariot, et d'une capacité de 630 litres, il a suffi à l'entretien de la respiration pendant 52 $\frac{1}{2}$ minutes et seulement pendant 34 minutes quand on employait une portion de l'air pour l'entretien de la lampe.

Les considérations que nous venons d'écrire ont fait remplacer ces sacs à air par des réservoirs à air comprimé.

Un appareil en cuivre, destiné à contenir de l'air sous une pression de 16 atmosphères, a été construit; ses dimensions

étaient de 0m,40 de hauteur, 0m,30 de largeur, et 0m,25 d'épaisseur; il avait la forme d'un cylindre à base ellyptique, terminé par deux calottes sphériques. Sa capacité était de 39 litres, 29 centilitres. Il pouvait contenir, sous une pression de 16 atmosphères, 628 litres d'air. Ce réservoir, fixé sur un coussinet élastique, au moyen de courroies en cuir, était attaché par des bretelles également en cuir, et se portait de la même manière qu'un sac de soldat dont il n'en excédait pas de beaucoup les dimensions.

Les avantages de cet appareil sur les réservoirs en cuir, consistent en ce que, 1° sous un plus petit volume, on peut porter une plus forte provision d'air; 2° les petites dimensions du réservoir, et la manière dont il est porté, laissent à l'ouvrier toute liberté de mouvement et lui permettent de pénétrer dans les galeries les plus étroites.

Des dispositions particulières permettent de régulariser l'écoulement de l'air et de le faire arriver soit dans la lampe, soit dans la bouche de l'ouvrier, sous une pression constante peu différente de la pression atmosphérique.

Ces réservoirs peuvent, enfin, rester chargés pendant un temps très-long, sans éprouver de perte d'air sensible; ce qui permet d'en avoir toujours de prêts à fonctionner dans un cas pressant. L'appareil de ce genre que fit construire M. Boisse, pesait avec sa garniture 17 kilogrammes; mais il paraît qu'on peut réduire encore ce poids.

On a construit des réservoirs d'air comprimé qui contenaient, sous une pression de 30 atmosphères, 1,028 litres d'air, quantité nécessaire pour la respiration d'un homme et l'entretien d'une lampe pendant une heure. Ces réservoirs consistent en un cylindre en tôle terminé par deux calottes sphériques; ils ont 0m,26 de diamètre, 0m,75 de longueur et une capacité de 34 litres. L'écoulement de l'air est réglé par le même appareil régulateur qui a été imaginé pour régulariser l'écoulement du gaz portatif destiné à l'éclairage.

M. Roberts, inventeur de la lampe de sûreté de ce nom, a

demandé à la chimie un appareil pour pénétrer sans danger dans les lieux où abonde l'acide carbonique.

Cet appareil consiste en une boîte, dont la capacité est de 3 litres environ, laquelle contient une éponge lâche, fortement imbibée d'eau de chaux et d'une solution alcaline. Le dessous de la boîte contenant l'éponge est percé de trous par lesquels pénètre l'air ambiant qui est forcé de passer à travers l'éponge où il se purifie. Un tube respiratoire est adapté à la partie supérieure de la boîte et conduit l'air à la bouche de l'ouvrier qui porte l'appareil suspendu en bandoulière.

Cet appareil serait insuffisant dans le cas où le gaz acide carbonique entrerait pour une forte quantité dans l'air irrespirable. Il serait, d'ailleurs, impossible de s'éclairer avec un appareil de cette espèce.

Déjà, à différentes reprises, on a proposé l'emploi du chlore pur ou combiné à la chaux pour détruire les gaz inflammables des mines; mais le principe essentiel de ces gaz, l'hydrogène proto-carboné, ne se combine directement ni avec les acides, ni avec les bases salifiables, ni avec une substance quelconque. Aucune substance ne l'absorbe comme fait la chaux pour l'acide carbonique; ainsi donc on ne peut écarter le grisou par les procédés chimiques, si ce n'est en le décomposant. Le chlore n'agit sur le gaz hydrogène proto-carboné que sous l'influence de la lumière, et de plus d'une lumière intense, et en admettant même que cette décomposition puisse avoir lieu, le gaz décomposé serait remplacé par l'acide hydrochlorique qu'on ne saurait respirer sans danger.

Le chlorure de chaux avec lequel des expériences ont été faites, ne peut être employé avec succès : les essais tentés dans les mines de Silésie et d'Aix-la-Chapelle, ont prouvé suffisamment que ce moyen ne peut réussir.

M. Paulin, ancien commandant du corps des sapeurs pompiers de la ville de Paris, s'est également occupé du moyen de permettre aux sapeurs pompiers de pénétrer et de

se maintenir dans les caves où le feu s'était déclaré, de telle sorte qu'ils pussent y travailler sans être obligés de s'occuper du soin de leur conservation. Il voulut parvenir à ce but, par un moyen prompt, simple, à portée du premier venu, et n'exigeant à peu près que des objets d'un matériel ordinaire pour l'extinction des incendies.

A cet effet, il a recouvert le sapeur, coiffé de son casque, d'une large blouse en basane, avec un masque demi-cylindrique d'une ligne d'épaisseur ; au-dessus du masque est un sifflet à soupape pour faire les commandements. La blouse est serrée sur les hanches par une ceinture faisant partie de l'uniforme du sapeur ; deux bracelets à boucles ferment les poignets ; deux bretelles, placées en avant au bas de la blouse, passent entre les jambes du sapeur, et se bouclant derrière, servent à empêcher la blouse de monter lorsque l'homme agit.

C'est cette enveloppe, qu'il a nommée blouse, qui doit recevoir l'air nécessaire à la respiration de l'homme ; dans ce but elle est percée au côté gauche, et à la hauteur de la poitrine, d'un trou auquel est adapté un raccordement en cuivre ; à ce raccordement vient se fixer la vis d'un boudin ou boyau en cuir avec spirale. Ce boyau est lui-même fixé sur la bâche de la pompe à incendie par un raccordement. Si, dans cette disposition on fait fonctionner la pompe vide d'eau, on envoie dans la blouse une quantité d'air qui la gonfle et tient l'homme dans une atmosphère d'air frais continuellement renouvelé, ce qui lui permet de vivre sans aucune gêne dans la fumée la plus infecte et dans tout autre gaz malfaisant, tant que la pompe fonctionnera.

Pour que la blouse ne puisse être déchirée, soit par le poids du boyau, soit par le tirage sur ce même boyau, on place à 80 centimètres du raccordement, un collet qui est attaché à l'anneau de la ceinture et sur lequel se fait l'effort. Ce même collet permet au sapeur de s'aider de son corps pour tirer à lui le boyau à mesure que les travailleurs le lui envoient.

Il est à remarquer que, bien que l'air qu'on envoie dans l'appareil soit en plus grande quantité que celui qui est consommé par l'homme, et que, par conséquent, il soit comprimé dans la blouse, cette compression ne pourra jamais gêner la respiration, parce que l'air peut s'échapper par les plis de la blouse à la ceinture et aux poignets, et qu'en fuyant par ces deux issues, il remplit deux objets importants, celui de ne pas gêner la respiration, et celui de refouler à l'extérieur de la blouse, toutes les vapeurs malfaisantes qui tendraient à s'y introduire.

Par ce procédé, M. Paulin est parvenu, non-seulement à résister à la fumée, et à toute espèce de gaz délétère, mais encore à supporter sans danger une chaleur de 50 degrés environ.

Cet appareil, propre au service des sapeurs pompiers pour les feux de cave, peut être employé dans les puits peu profonds, les cales de navire, les lieux d'aisance, puisqu'il n'y a à craindre que des gaz délétères, et non de la fumée et de la flamme, et qu'on peut s'éclairer dans ces lieux, au moyen d'une lanterne alimentée par une portion de l'air qui fait vivre l'homme ; cette lanterne est fixée au même appareil par une agrafe attachée à la ceinture.

Il est facile de remarquer que cet appareil ingénieux ne peut être d'une application convenable pour pénétrer à de grandes distances dans les galeries des mines, à cause de l'impossibilité physique de traîner avec soi un boyau d'un si grand poids et de la résistance que présenterait le frottement de ce boyau sur le sol des galeries.

Cet appareil, transporté dans les États de l'Amérique du Nord, y a subi quelques modifications importantes que nous allons tâcher d'exposer succinctement. Nous passerons sous silence la question de savoir si le principe employé par M. Paulin, a donné l'idée aux Américains de construire la cloche à plongeur, qu'ils nomment *submarine armure*.

C'est, d'ailleurs, une question de priorité dans l'invention, dont nous n'avons pas à tenir compte ici.

On emploie donc aux États-Unis un appareil spécial auquel on a donné le nom de *submarine armure,* pour pénétrer dans la mer à une grande profondeur et procéder au sauvetage des navires échoués ou submergés sur les côtes; on se sert aussi de cet appareil pour réparer les navires sous le niveau de flottaison. Il est spécialement destiné à pêcher l'huitre à perles dans les archipels de l'Océanie et sur les côtes de l'Océan Pacifique.

Cet appareil, qui est entièrement construit en caoutchouc, ressemble, lorsqu'il est rempli d'air, à un mannequin dont les yeux sont de verre sur une tête en forme de casque métallique. Un tube, également en caoutchouc, le met en communication avec une pompe de compression; un autre tube, plus court, sert à l'écoulement de l'air que fournit la pompe. Il est disposé de manière à pouvoir être endossé sous forme de vêtement, qui enveloppe entièrement le corps, la tête, les jambes et les bras de celui qui en est revêtu, de sorte que ce dernier se trouve séparé de l'air ambiant par l'épaisseur du caoutchouc.

Lorsqu'on veut se servir de cet appareil, on y place le tuyau qui communique à la pompe de compression et on fait mouvoir cette dernière. Le mannequin se gonfle comme une vessie qu'on remplit d'air et forme ainsi une cloche à plongeur qu'on descend au fond de l'eau au moyen de poids attachés aux jambes. L'air entre dans le mannequin par la tête, qui est en tôle de cuivre, et il en sort par un tube placé sur la poitrine, lequel peut rester constamment ouvert, la pression intérieure empêchant l'eau d'y entrer. Dans cet état, la personne qui se trouve enfermée dans cette cloche, peut agir librement dans tous les sens; elle peut même s'éclairer, au besoin, dans l'eau au moyen d'une lampe mise en communication avec le mannequin par un tube également en caoutchouc.

La facilité avec laquelle les mouvements sont exécutés est étonnante; nous avons été témoin d'une expérience où la personne renfermée dans ce vêtement était restée quatre heures sous l'eau au moyen d'un appareil de cette espèce.

Il n'y a pas bien longtemps qu'une expérience des plus intéressantes et du même genre a eu lieu à Paris. Une promenade au fond de la Seine, a été exécutée au moyen de l'appareil de M. de Saint-Simon Sicard.

Rester consécutivement une demi-heure et même une heure sous l'eau, c'est être parvenu à la solution d'un important problème que réclamaient divers cas de sauvetage, de pêche et de travaux sous-marins. L'essai que M. Victor de Grandchamp a fait à Paris, à l'île des Cygnes, le dimanche 24 avril 1853, ne laisse aucun doute à cet égard. Depuis le moment de son immersion jusqu'à celui de sa réapparition à la surface de l'eau, 35 minutes se sont écoulées; et ce temps a été suffisant pour que le succès de la nouvelle invention fût parfaitement constaté. Mais l'expérimentateur a affirmé être resté au fond de la Seine jusqu'à 65 minutes. Il est donc plus que probable que le moindre perfectionnement apporté à l'appareil, permettra en temps et lieu de séjourner sous l'eau pendant plusieurs heures consécutives. Voici quelques détails sur cette invention.

Un vêtement complet en caoutchouc, avec chaussure et coiffure de la même substance, permet à l'expérimentateur de s'immerger sans avoir à craindre le contact immédiat de l'eau. Ce vêtement est composé de deux pièces: la première, destinée à protéger la partie inférieure du corps jusqu'à la ceinture, et la seconde formant à la fois casque et cuirasse, préserve la partie supérieure; à son sommet le casque porte une petite soupape qui s'ouvre de dedans au dehors; elle est destinée à l'évacuation de l'air, que la pression de l'eau, au moment de l'immersion, fait remonter des jambes et du corps du vêtement jusqu'à la coiffure. Quand l'immersion est com-

plète, le poids de l'eau suffit pour tenir cette soupape hermétiquement fermée.

La provision d'air respirable qu'emporte avec lui le plongeur, est contenue dans une boîte, placée en forme de bosse, dans le dos de la cuirasse. A cette boîte est fixé un tuyau qui amène l'air dans le casque pour que l'aspiration ait lieu sans difficulté, et un robinet, placé à portée de la main droite, permet de le distribuer au fur et à mesure du besoin que l'homme éprouve. Dès qu'il éprouve la moindre gêne dans la respiration, il donne le signal de son enlèvement, et il est ramené dans l'atmosphère extérieure avant d'avoir souffert.

Tout complet qu'il est, le nouvel appareil ne pourrait servir à rien, s'il n'avait été trouvé un système de lampe sous-marine pour donner au plongeur la lumière artificielle dont il a besoin, en l'absence de la clarté du soleil, qui ne pénètre qu'à une très-minime profondeur.

Cette lampe se compose d'un récipient susceptible de résister à une force élastique de 60 atmosphères; ce récipient est divisé en divers compartiments qui contiennent, l'un du gaz hydrogène, l'autre de l'oxigène, et un autre du carbone. Ces divers gaz s'échappent par des tubes en serpentine et aboutissent à un bec analogue aux becs ordinaires d'éclairage. Quand on y met le feu, une petite explosion a lieu, et le foyer lumineux est établi. Au-dessus de ce foyer est un morceau de magnésie calcaire en guise de mèche. La lampe ainsi allumée, on visse le verre destiné à prévenir l'introduction de l'eau, et on peut s'en servir pendant plusieurs heures sans avoir besoin d'y toucher pour renouveler la provision de gaz.

La fuite pour les résidus de la combustion a lieu au moyen d'un serpentin dont l'orifice est placé au-dessus du foyer, et dont l'extrémité aboutit à un vase en plomb fixé sur le haut et l'arrière du récipient. Tels sont les deux appareils à l'aide desquels on peut descendre au fond de l'eau et s'y livrer pendant un temps relativement très-étendu à tous les travaux

pour l'accomplissement desquels on avait eu recours jusqu'ici à de grossiers instruments.

§ 2. — *Appareil perfectionné propre à servir au sauvetage des victimes, dans les mines, après une explosion de grisou.*

Frappé de l'analogie qu'offre un homme travaillant au fond de l'eau et un mineur placé dans une atmosphère composée de gaz nuisibles ou délétères qui produisent l'asphyxie, nous avons pensé que le même appareil, après avoir subi les modifications que commande son usage dans les mines, pouvait être employé avec succès, pour pénétrer dans des excavations envahies par les gaz, tant dans les mines que dans les égouts, citernes, etc. Deux moyens se présentent tout d'abord : l'un, fondé sur le principe d'entretenir une communication libre entre les organes de la respiration et l'air extérieur, et l'autre sur celui d'entretenir la respiration avec de l'air comprimé, ou une atmosphère artificielle.

Ces deux moyens sont également convenables et ne diffèrent entre eux, comme nous l'avons déjà fait remarquer, que parce que l'un reçoit l'air nécessaire à la respiration et à l'entretien d'une lampe par l'intermédiaire d'une pompe de compression, et l'autre le reçoit d'un récipient à air comprimé placé sur le dos de l'expérimentateur; le premier nécessite, il est vrai, l'emploi d'une pompe à air et d'un accessoire que nous nommerons *la bobine*, mais il a sur l'autre un avantage immense, lequel consiste à permettre à l'expérimentateur de prolonger indéfiniment son séjour dans les excavations envahies par les gaz nuisibles ou irrespirables, tandis que, par l'emploi du second, la durée du séjour dans ces excavations serait limitée au point de ne pouvoir parvenir jusqu'aux endroits où sont les victimes, et en admettant même qu'on puisse le faire, et s'éloigner de 7 à 800 mètres de l'endroit de la mine où l'air est assez pur pour être respiré

sans danger, quel est l'homme qui, muni d'une provision d'air comprimé pour un temps dont il connait la courte durée, oserait s'aventurer à de telles distances sans la certitude de revenir au point de départ? Pourra-t-il en ce cas porter des secours efficaces aux victimes et les ramener en lieu sûr?

Il faut bien se persuader que c'est une des tâches les plus rudes qu'un homme robuste puisse remplir, que celle de transporter une personne blessée dans une galerie de 500 à 600 mètres de longueur, lorsqu'il n'a à sa disposition que ses bras, et que les dimensions de cette galerie sont à peine suffisantes pour qu'un enfant de 10 ans puisse s'y tenir debout. Il arrive presque toujours, après un coup de feu, qu'on est dans l'impossibilité de faire usage des chariots destinés au roulage ordinaire des produits pour y placer les victimes et les transporter dans de l'air pur. On n'a pas non plus, vu la position courbée dans laquelle on est obligé de se tenir, la moitié de la force d'un homme qui serait droit sur les jambes.

Ah! si les galeries des mines étaient facilement accessibles, si elles conservaient leurs formes et dimensions après un coup de feu, sans éboulements qui puissent nuire à la circulation des chariots sur les chemins de fer qui s'y trouvent, rien ne serait plus facile que de pénétrer à une grande distance, d'agir librement, de s'éclairer, et surtout de transporter en lieu sûr les victimes d'une telle catastrophe, au moyen du procédé que nous indiquerons plus loin; mais ces galeries sont généralement disposées de manière qu'un homme de taille moyenne ne puisse se tenir debout. Les couches n'ayant, le plus souvent, qu'une faible épaisseur, ou le terrain n'ayant pas la stabilité nécessaire, il devient impossible de maintenir les voies à une hauteur convenable sans fortes dépenses. Aussi, la plupart des galeries intermédiaires, ou *coestresses*, qui ne doivent être employées que pendant un temps limité, ne sont-elles qu'imparfaitement boisées : la

poussée du terrain, que les mineurs de Charleroy appellent *fardia*, rend parfois leurs dimensions tellement exiguës, qu'elles sont réduites au point de devenir impraticables. Mais les galeries principales, dites *de niveau*, qui sont celles où la circulation est la plus active, et qui sont, en outre, dans certaines mines, destinées à recevoir des chevaux, ont des dimensions plus grandes que les coestresses, *voies tiernes*, *montées* ou *défoncements* servant à l'exploitation de la mine. Elles sont généralement bien boisées, pourvues de chemins de fer à rails saillants et convenables, en un mot, pour le transport et la circulation. Les troussages ou galeries destinées au retour du courant d'air vers le puits d'appel, lorsqu'il a passé aux tailles, ou autrement dit dans les ateliers d'abattage de la houille, sont rarement munis de chemins de fer; leurs dimensions sont petites; le bosseyement n'y étant presque jamais fait, la circulation dans ces sortes de galeries est difficile, pénible même surtout dans les couches fortement inclinées.

La facilité de parcourir les tailles est subordonnée à la puissance et à l'inclinaison de la couche en exploitation, et, comme nous l'avons dit, dans le plus grand nombre de cas, l'ouvrier ne peut s'y tenir debout : il travaille accroupi sur les genoux ou couché sur le côté; souvent il ne peut monter dans les tailles ou en descendre sans se coucher à plat ventre; il doit se mouvoir dans cette position en rampant, et en s'aidant des pieds et des mains.

Ainsi donc, en ne tenant même pas compte de la profondeur, souvent très-considérable, de certains puits, il sera toujours difficile de pénétrer, à de grandes distances, dans les travaux des mines envahies par des gaz nuisibles, et d'y opérer le sauvetage des ouvriers d'une manière prompte et efficace. Si les voies sont éboulées, et c'est ce qui a lieu dans le plus grand nombre de cas, comment y pénétrer, l'éboulement y étant parfois si considérable et s'étendant sur une si grande échelle, que toute la galerie est inaccessible? N'avons-

nous pas eu un éboulement de cette espèce dans la catastrophe récente de *Longterne-Ferrand*, à Élouges, qui a coûté la vie à 63 ouvriers [1]?

Nous ne pouvons porter des secours efficaces dans des cas analogues sans enlever les décombres de l'éboulement, ou passer par-dessus s'il est peu étendu et qu'on puisse y ouvrir un passage suffisant. Mais si les troussages ou galeries de retour d'air sont restés libres, pendant qu'il s'est produit des éboulements dans les voies principales, il y a possibilité d'arriver au front de la taille par cette voie par les moyens que nous indiquerons, et le but sera atteint, car alors on pourra transporter les victimes et les ramener dans un endroit sain où on leur administrera les secours qu'elles réclament.

S'il ne suffisait pour opérer le sauvetage des ouvriers restés dans la mine après un coup de feu, que de parvenir jusqu'à eux lorsque les galeries sont libres et remplies de gaz irrespirables, le problème serait complétement résolu par l'emploi de notre procédé; mais il faut, en outre, les transporter en lieu sûr : si la galerie est libre, l'opération est facile au moyen d'un chariot, d'un traîneau, d'une planche ou d'une civière; mais si des éboulements, des pierres, des débris de toute espèce, arrêtent la marche du chariot de sauvetage, que nous supposons être le premier waggon venu servant au

[1] L'accident arrivé le 6 mars 1852, au charbonnage de *Longterne-Ferrand*, à Élouges, a offert le spectacle désolant de l'impuissance des efforts tentés pour parvenir à atteindre les victimes de cette catastrophe. L'éboulement de la galerie de trainage opposait un obstacle insurmontable aux efforts des travailleurs pour rétablir la circulation par cette voie; c'était, selon toute probabilité, au delà des éboulements que devaient se trouver les victimes. Le troussage, qui était resté libre, était envahi par des gaz délétères et par suite tout à fait inaccessible. Cependant on aurait été heureux de se précipiter par cette galerie ne fût-ce que pour faire cesser toute incertitude sur le sort des 63 victimes de cet accident.

Le 12 du même mois, le charbonnage de *Marihaye*, à Seraing, était, à son tour, le théâtre d'une catastrophe qui coûta la vie à sept ouvriers. Ici ce furent les eaux d'anciennes exploitations qui firent irruption dans les travaux. Elles rompirent la circulation d'air et les ouvriers furent asphyxiés. Il y avait à peine 100 mètres à parcourir pour parvenir jusqu'à la taille où l'on pouvait s'attendre à les trouver. (Rapport de M. l'inspecteur-général des mines De Vaux.)

transport des produits dans l'intérieur de la mine, comment fera-t-on ce transport? Il y aura nécessairement des manœuvres à faire, des efforts à exercer pour passer avec un blessé au-dessus des éboulements.

Nous avons dit que deux procédés pouvaient être employés avec succès pour pénétrer dans les gaz irrespirables : le premier fondé sur le principe d'entretenir une communication libre entre les organes de la respiration et l'air pur, par l'intermédiaire d'une pompe de compression, et, le second, fondé sur celui de puiser l'air dans un réservoir à air comprimé.

Nous indiquerons seulement pour mémoire, l'idée de produire une atmosphère artificielle qui serait employée à alimenter la respiration; nous ne croyons pas à ce moyen : il nous parait trop dangereux.

C'est donc sur les deux principes énoncés plus haut que reposent les procédés que nous allons indiquer.

Le premier appareil que nous avons mis en usage est le suivant : il est formé de trois parties distinctes (Pl. VII et VIII).

La première partie se compose d'une veste en caoutchouc (A), laissant passer les bras par deux bouts de manches de la même substance, et d'un casque (B) enveloppant la tête et faisant corps avec la veste. Ce casque est fort léger, il est en cuivre. L'élasticité naturelle du caoutchouc fait serrer la veste aux poignets ainsi qu'à la ceinture. Deux ouvertures *c*, *c'*, ménagées sur le casque vis-à-vis des yeux, sont munies de glaces en cristal, placées dans de petits châssis métalliques, et maintenues par du mastic. Ces châssis sont disposés de manière à pouvoir être ouverts ou fermés à volonté. A cette veste sont adaptés un tube pour l'entrée de l'air *d*, et un autre plus court *d'* pour la sortie. Le premier peut varier de longueur de 15 à 25 mètres; le second *d'*, n'a que 20 centimètres de longueur. Le tube d'entrée est fixé au dos de la veste, ou sur le côté du casque, n'importe; celui de sortie sur la poitrine.

La seconde partie se nomme *la bobine*. C'est un cylindre (E), en tôle mince, de zinc ou de cuivre, de 20 centimètres de

diamètre, et de 50 de longueur ou plus, fermé à ses extrémités par deux plateaux ronds de même métal pp, $p'p'$, de 50 centimètres de diamètre environ, renforcés sur les bords, et percés chacun, au centre, d'une ouverture de 3 centimètres de diamètre, par lesquelles passe à frottement doux, dans une petite boîte à bourrage, un tuyau en cuivre de 70 centimètres de longueur, qui dépasse, lorsqu'il est placé, chacun des plateaux de 10 centimètres environ. Ce tuyau, qui est l'axe de la bobine, est ouvert à ses extrémités, lesquelles peuvent se fermer à volonté au moyen d'un robinet ou d'un couvercle vériné sur le tuyau. A 20 centimètres des extrémités de cet axe, il y a une ouverture o, o', par où l'air contenu dans l'intérieur du cylindre peut s'écouler; à l'extérieur, il y a un petit bout de tuyau métallique, placé tangentiellement au cylindre, tout contre l'un des plateaux, légèrement évasé à la sortie, mis à demeure, et ayant de 7 à 8 centimètres de longueur, sur lequel vient se fixer l'extrémité d'un tube en caoutchouc de 15 à 20 millimètres de diamètre, *d'une épaisseur telle, que la courbure ne puisse influer en rien sur son diamètre intérieur lorsqu'il sera enroulé sur la bobine.* L'autre extrémité de ce tube est mise en communication avec le récipient d'une pompe de compression.

La troisième partie n'est autre que cette pompe de compression. Supposons, maintenant, que cette dernière soit mise en mouvement, que l'homme, revêtu de son armure en caoutchouc, soit mis en communication avec une des extrémités ouvertes de l'axe creux sur lequel tourne la bobine, et que par celui-ci, et le tube enroulé sur le cylindre, il puisse recevoir l'air du récipient de la pompe de compression. Il est clair que, sous une pression qui pourra facilement se mesurer par un manomètre, il recevra indéfiniment l'air nécessaire à sa respiration et à l'entretien d'une lampe, et cela à une longueur indéterminée, que nous pouvons hardiment porter à 1,000 mètres de la pompe de compression, sans craindre d'inconvénient ni d'exagération. Cela dépendra de la lon-

gueur du tube enroulé sur la bobine. Comme rien n'empêche de faire ce tube d'un poids et d'une longueur susceptibles d'atteindre cette distance, qui est suffisante pour les mines, nous proposerons de fabriquer ce tube aussi en caoutchouc; chaque mètre de longueur du tube pèsera $\frac{1}{10}$ de kilogramme et coûtera 2 fr. Le diamètre du tube serait de 2 centimètres; mais comme la pression de l'air dans l'intérieur du tube aurait pour effet d'en augmenter considérablement le volume, nous croyons que des tubes de 15 millimètres seraient convenables; nos expériences ayant porté sur 500 mètres, ils nous ont paru d'un diamètre suffisant pour atteindre cette longueur.

Il faut avoir soin de faire l'épreuve des tubes à des pressions convenables avant de les employer.

Quant à l'éclairage, il consiste dans une lampe alimentée par l'air de la veste et fixée à la ceinture. C'est une lanterne ordinaire, munie d'un verre lenticulaire, portant à la partie supérieure un tube étroit dans le genre de celui des lanternes sourdes; elle est entretenue par l'air de la veste au moyen d'un tuyau en caoutchouc. La pression de l'air intérieur empêchera les gaz extérieurs de rentrer dans cette lampe. La lanterne sous-marine de M. Saint-Simon Sicard pourrait également être employée. Elle est peu volumineuse. Nous l'indiquons comme étant d'un usage très-commode. Mais, d'un autre côté, nous ferons observer que pour la remplir de gaz qui lui conviennent, elle présente, au point de vue pratique, de sérieuses difficultés.

Le sauvetage des ouvriers restés dans la mine peut-il être opéré d'une manière complète par notre procédé, lorsque les galeries sont restées libres et que l'on est parvenu jusqu'auprès d'eux? Nous le pensons, parce qu'alors rien ne s'oppose à ce qu'ils soient ramenés en lieu sûr. Examinons les différents cas qui se peuvent présenter.

Le premier, qui est le plus difficile et le plus compliqué, est aussi celui qui demande le plus de sang-froid et de dé-

vouement de la part de l'expérimentateur. C'est le cas dans lequel il n'y a qu'un seul puits de grande profondeur pour communiquer avec les travaux de la mine : en effet, si nous admettons pour un instant qu'il y ait un coup de feu, par exemple, dans une exploitation, par un puits unique, divisé en plusieurs compartiments pour l'épuisement et l'aérage, au moyen de cloisons en bois ou en maçonnerie ; si nous admettons, dis-je, que ces cloisons soient détruites, il y aura nécessairement suspension complète du courant d'air, et, par suite, impossibilité de descendre dans la fosse. Dans ce cas, par l'emploi du procédé que nous avons indiqué, il y aurait encore moyen de pénétrer dans les travaux en plaçant la pompe de compression à la surface, ainsi que la bobine. L'air entrerait alors dans celle-ci par l'axe et en sortirait par le tube le plus long, qui, dans tous les autres cas, se place sur le récipient de la pompe de compression. Il est vrai que dans des cas de cette nature, le poids du tube en caoutchouc, suspendu dans une fosse très-profonde, aurait pour effet d'y produire un allongement considérable, qui pourrait occasionner sa rupture. Mais aujourd'hui on fabrique des tubes très-résistants qui peuvent soutenir un très-grand poids sans se rompre. La vulcanisation du caoutchouc, par les procédés récemment découverts, a pour effet de décupler la force, l'élasticité et la souplesse des objets fabriqués avec cette substance.

S'il fallait, outre la descente dans un puits profond, pénétrer dans des galeries, il faudrait nécessairement emporter une autre bobine avec soi. Cette bobine serait mise en communication avec la première, et se déroulerait au fur et à mesure qu'on avancerait dans les travaux.

Ce sont des cas excessivement rares d'ailleurs.

Lorsqu'il y a deux puits séparés par un massif de roche suffisant pour résister à une explosion quelconque, le courant d'air qui s'établit naturellement entre ces deux puits, n'est pas interrompu. Il est rare alors qu'il y ait, ou qu'il

puisse se former, dans les galeries qui communiquent directement d'un puits à l'autre, des éboulements capables de les obstruer entièrement : l'un d'eux servira toujours de puits d'appel. Dans ce cas, qui est le plus ordinaire, on transporte l'appareil, ainsi que la pompe de compression, dans un endroit quelconque de la mine, le plus rapproché de la galerie dans laquelle il s'agit de pénétrer, et où il passe de l'air pur, ou bien on met ces objets dans la chambre d'accrochage, si on craint de pénétrer plus avant, ou si les dimensions des voies ne permettent point la manœuvre de la pompe de compression.

S'il n'y a pas d'éboulement, on peut accrocher la bobine sur un chariot et pousser celui-ci devant soi, rien n'est plus facile : le tube se déroulera de lui-même, la pompe fonctionnant toujours. On placera les victimes sur le chariot et on les ramènera de suite au point de départ.

Pour revenir au point de départ, il faudra faire tourner la bobine, en lui imprimant avec la main un mouvement de rotation sur son axe, qui est toujours fixe dans tous les cas. S'il y a des éboulements partiels dans les voies de roulage, qui ne permettent plus l'emploi d'un chariot pour accrocher la bobine et y placer les victimes, et que d'un autre côté, ces éboulements ne soient pas assez étendus pour obstruer le passage aux travailleurs, il faut passer par dessus et transporter la bobine avec soi, en prenant les extrémités de l'axe dans chaque main pour en faire, au besoin, un point d'appui. On peut également la placer sur un traîneau, sur une planche, mais le mieux, dans un cas semblable, serait de la transporter sur une civière qui pourrait, en outre, recevoir un blessé. Pour cela il faut être deux hommes en rapport avec l'air de la bobine, un à chaque extrémité de l'axe; on pourrait à la rigueur être à quatre, il suffirait d'un tube de raccordement.

S'agit-il de monter dans une taille, de gagner l'extrémité d'un montage, d'un défoncement, les 15 à 20 mètres de tube que chaque travailleur peut porter en bandoulière, lui per-

mettent de s'écarter de la bobine d'une distance équivalente, et cette précaution est d'autant plus utile, qu'il suffit souvent de cette distance dans les tailles et les montées pour arracher une victime à la mort; rien n'empêcherait, du reste, d'avoir une réserve de tube plus grande à sa disposition pour pénétrer dans des voies plus ou moins obstruées, mais nous pensons que 15 ou 20 mètres de longueur, suffisent pour élargir un passage au-dessus des éboulements peu étendus, ou passer par dessus dans les voies principales.

Il est à remarquer que c'est ordinairement derrière les éboulements que sont les victimes : dans leur fuite précipitée vers le puits d'extraction, par une obscurité des plus profondes, elles sont venues s'y heurter et y trouver la mort. C'est aussi sur ces points que sont, en général, les ouvriers que l'on rappelle le plus facilement à la vie.

Nous avons dit, que pour procéder avec ordre, dans une opération de sauvetage des ouvriers restés dans une mine après un coup de feu, il fallait, autant que possible, chercher à rétablir les solutions de continuité de l'aérage, au fur et à mesure que l'on avançait dans les travaux. Le courant d'air tend à prendre le chemin le plus court pour regagner le puits d'appel; c'est ainsi que les parties de la mine peuvent se remplir de gaz irrespirables dans lesquels les ouvriers tombent asphyxiés. Mais il n'est pas toujours possible de procéder de la sorte, à cause des obstacles qui interceptent la circulation dans les galeries, et dont le travailleur ne peut s'approcher sans risquer d'être asphyxié lui-même.

A l'aide de notre appareil, on peut s'approcher des obstacles qui obstruent le passage du courant d'air ventilateur, et, par un travail souvent insignifiant, permettre à un léger filet d'air de s'introduire au delà des éboulements qu'il est physiquement impossible de vaincre ou d'enlever en peu de temps. Cette petite quantité d'air pur ne suffirait-elle pas, dans bien des cas, à prolonger la vie des ouvriers mineurs assez longtemps du moins pour qu'il soit possible de parvenir

jusqu'à eux ? L'appareil sera donc d'une utilité incontestable, puisqu'il permettra l'exécution de tout travail ayant pour objet la reconstitution du courant d'air, ou le nivellement d'un obstacle quelconque, à une grande distance, dans une atmosphère où il serait impossible de séjourner et de s'éclairer par les moyens ordinaires.

En effet, le tube qui est autour de la bobine, en se déroulant au fur et à mesure qu'on avance dans la galerie, permet à l'opérateur de se transporter jusqu'à l'éboulement, de reconnaître la nature et l'étendue des réparations, et de ramener de suite dans de l'air pur les ouvriers atteints par l'explosion, s'il en rencontre sur son passage. L'opérateur peut s'appliquer à reconstituer le courant d'air, en plaçant des tuyaux en tôle où ils sont nécessaires ; à relever les portes, ou à les remplacer par des couvertures d'étoupes qu'on a toujours en réserve. De cette manière les ouvriers qui le suivent, peuvent arriver jusqu'à lui et ouvrir un passage au-dessus de l'éboulement, suffisant pour le traverser.

Pendant ce temps, il va en reconnaissance plus loin, il étudie l'état des lieux ; il fait les réparations les plus urgentes. S'il ne peut y suffire seul, il s'adjoint un compagnon, et, aidé par celui-ci, il ramène les victimes qu'il rencontre ; il prend enfin toutes les mesures que les circonstances réclament, mesures qu'il est impossible de décrire, puisqu'elles sont subordonnées à des faits locaux qu'on ne peut prévoir à l'avance.

Il serait inutile de nous étendre longuement sur la possibilité d'employer ce procédé à d'autres usages que celui des mines, puisqu'il résume à lui seul tous les moyens connus pour pénétrer dans des excavations peu profondes, envahies par des gaz nuisibles. Son application dans les puits, citernes, égouts, fosses d'aisance, est si simple, si juste et si rationnelle, que nous ne pensons pas, en vertu du principe, « *qui peut le plus peut le moins,* » qu'il soit nécessaire d'en parler.

Néanmoins, pour en faire usage dans des excavations souterraines peu profondes, il devient inutile de se servir de la bobine : le tube d'introduction sera directement fixé par une de ses extrémités sur la veste en caoutchouc, et l'autre extrémité de ce tube sera mise en communication avec la pompe de compression. Il n'est pas nécessaire de vériner le tube d'entrée sur la pompe ou sur la veste. La force élastique du tube lui-même suffirait pour le fixer fortement sur ces objets, au moyen d'un petit manchon en bois d'un diamètre double ou triple de celui du tube qui serait alors porté en bandoulière. Dans bien des cas il ne serait pas nécessaire d'employer une pompe pour fournir l'air respirable à l'opérateur. Il suffirait de deux tubes seulement, qui auraient la même longueur et qui seraient fixés sur l'armure. Il s'établirait naturellement un courant d'air entre ces tubes, lequel serait activé par le mouvement de la respiration.

Pour des distances de 40 mètres, des tuyaux de 4 centimètres de diamètre sont suffisants.

L'appareil fondé sur le second principe, c'est-à-dire sur celui de puiser l'air dans un réservoir à air comprimé, n'est autre que le premier, moins la bobine, les tubes et la pompe. La veste ou l'armure demeure la même; une boîte en métal, contenant 40 litres environ, cylindrique, à base elliptique, est placée sur le dos de l'expérimentateur. Elle contient de l'air sous une pression de 30 ou 40 atmosphères dont l'écoulement est régularisé par un robinet ou par un régulateur semblable à ceux qui sont en usage pour le gaz comprimé destiné à l'éclairage, le tout disposé, comme nous l'avons indiqué plus haut en parlant de l'appareil de sauvetage sous-marin de M. Saint-Simon Sicard.

Une lanterne, montée sur les mêmes dimensions, et en tout semblable à la lanterne sous-marine du même inventeur, est attachée à la ceinture.

Nous nous bornons à indiquer ce procédé comme pouvant être employé dans les mines envahies par des gaz nuisibles,

les puits peu profonds, les égouts, les lieux d'aisance, etc.; mais il a le défaut capital de ne pouvoir être d'une utilité marquée dans la pratique ordinaire, à cause que l'on n'a pas toujours sous la main, prêts à être immédiatement mis en œuvre, les gaz qui lui conviennent pour l'éclairage, ni les instruments prêts à tout instant à remplir le réservoir d'air comprimé. D'ailleurs il faut des préliminaires qui demandent du temps, et, au point de vue pratique, dans les mines surtout, il n'est pas prudent de s'en servir, car on ne peut jamais préciser, à quelques minutes près, le temps nécessaire pour faire tel ou tel parcours, dans les galeries envahies par les gaz et encombrées le plus souvent de toute espèce de débris.

On pourrait, il est vrai, tenir en réserve des réservoirs d'air comprimé, mais ce ne serait, nous paraît-il, qu'une amélioration peu sensible et inefficace pour les mines.

Nous estimons donc que le procédé ci-dessus n'est pas assez pratique pour son emploi dans les mines, mais qu'il peut être appliqué avec le plus brillant succès dans tous les cas qui ne nécessitent qu'un séjour très-court dans les milieux irrespirables.

Quant à celui qui repose sur le principe d'entretenir la respiration par une communication avec l'air pur, au moyen d'une pompe et par l'intermédiaire de la bobine, il nous paraît le meilleur, le plus pratique et le plus rationnel pour tous les cas indistinctement. En effet, par ce procédé il n'est besoin de préparations préliminaires quelconques. Du moment que la pompe est en bon état, qu'on n'aperçoit aucune fuite, on peut marcher; en 5 minutes on a endossé l'armure et préparé la bobine; l'on peut ainsi, sans délai, parvenir jusqu'aux victimes, leur porter secours ou s'assurer de l'impossibilité physique de les sauver. L'on peut séjourner indéfiniment dans les gaz, s'y livrer à tout travail quelconque sans être inquiété du soin de sa conservation. Dans l'eau il peut servir également, et l'on sait que, dans les mines, il

arrive des circonstances où il faut y entrer; parfois des hommes tombent dans le puisard : on pourrait les sauver en plongeant dans le puisard revêtu de l'armure, laquelle s'endosse avec la même facilité qu'un gilet de flanelle ou de tricot.

On objectera avec raison que l'on est plus ou moins embarrassé dans ses mouvements lorsqu'on est revêtu de l'armure et qu'on doit circuler dans les mines. On y est gêné, il n'y a pas le moindre doute ; mais la vie d'un homme mérite bien qu'on se gêne un peu, et dans des catastrophes comme nous en avons eu sous les yeux, on a vu l'élite de la population se précipiter vers le gouffre béant d'un puits d'extraction, dans le seul but de porter secours aux malheureuses victimes.

Résumons, pour terminer ce mémoire, les expériences que nous avons entreprises pour démontrer la facilité et l'infaillibilité de la mise en usage de notre procédé dans les différents cas qui peuvent surgir.

Dans une première expérience, la pompe de compression ayant été placée à la surface, nous avons revêtu l'armure en caoutchouc, et nous nous sommes mis dans le cuffat munis de la bobine sur laquelle étaient écoulés 250 mètres de tube. La pompe était manœuvrée par un seul homme. Arrivé à la profondeur de 130 mètres, nous sommes entré dans un envoyage où se trouvaient plusieurs chariots d'extraction, sur l'un desquels nous avons placé la bobine. Nous avons ensuite pénétré avec ce chariot en le poussant sur les rails jusqu'à l'extrémité du bouveau qui avait 60 mètres de longueur. Arrivé à ce point nous y sommes demeuré prèsd'une heure, agissant et circulant dans les galeries de niveau ; nous avons ensuite essayé de monter la taille, mais le tube de communication de l'air de la bobine à l'armure étant trop court, il a fallu renoncer à gagner le haut de cette taille. Dans cette expérience, nous étions éclairé par la lanterne alimentée par l'air de l'armure. Elle nous a démontré, à la dernière évi-

dence, la possibilité de prolonger indéfiniment le séjour dans des gaz délétères ou irrespirables en s'éclairant et en se mouvant facilement dans tous les sens. Nous avons seulement éprouvé, pendant l'expérience, une transpiration abondante. Revenu à l'envoyage, nous nous sommes fait remonter au jour, emportant avec nous la bobine sur laquelle nous avions de nouveau enroulé le tube.

Dans une autre circonstance la pompe de compression ayant été placée à l'envoyage dans une fosse de 400 mètres de profondeur, il s'agissait de pénétrer dans une galerie inaccessible qui avait 200 mètres de longueur.

Revêtu de l'armure et porteur de la bobine qui déroulait du tube à mesure que nous avancions, nous avons parcouru la galerie en entier, et, à son extrémité, nous avons monté une taille de 16 mètres de hauteur. Les dimensions de cette galerie étaient de $1^m,40$ de hauteur sur $1^m,50$ de largeur; la couche en exploitation avait $0^m,90$ d'épaisseur. Une heure entière s'était écoulée lorsque nous atteignîmes l'envoyage. La lampe qui nous éclairait avait conservé toute sa clarté.

La bobine de notre appareil pouvant se prêter à une expérience où deux personnes à la fois entrent dans les gaz méphitiques, nous résolûmes de la tenter avec le directeur de la mine, à la surface d'abord, puis ensuite au fond. Chacun de nous revêtit une armure et se mit en relation avec la bobine, un à chaque extrémité. La pompe de compression fut mise en mouvement, nous transportâmes la bobine jusqu'à ce que toute la longueur du tube que nous avions en notre possession fût développée, ce qui faisait environ 250 mètres.

La pression nécessaire pour nous envoyer l'air respirable se mesurait par une pression de $1\frac{1}{2}$ centimètre de mercure au manomètre. Nous recevions à cette distance beaucoup trop d'air pour alimenter la respiration et entretenir la lampe. Le tube enroulé sur la bobine avait 20 millimètres de diamètre et une épaisseur de $2\frac{1}{2}$ millimètres. La bobine avait été portée à bras jusqu'au bout : chacun de nous en



CAISSES DE PRÉVOYANCE

EN FAVEUR

DES OUVRIERS MINEURS.

EXAMEN

DES COMPTES DE L'ANNÉE 1854,

PAR **M. AUG. VISSCHERS**,

MEMBRE DU CONSEIL DES MINES.

Depuis plusieurs années, en rendant compte des progrès et de la situation des caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs, nous témoignons l'espoir que, dans un temps prochain, une loi consolidera ces institutions en leur accordant le titre et les priviléges d'établissements d'utilité publique. Ce que le législateur a fait pour les sociétés de secours mutuels, il ne le refusera pas aux caisses de prévoyance des ouvriers mineurs, qui sont aussi de véritables associations de secours mutuels.

Si les patrons contribuent pour soutenir ces institutions, si l'État même leur accorde des subventions, c'est à raison des dangers qu'offre la profession d'ouvrier mineur, des conséquences terribles qu'ont pour lui les accidents nombreux qui arrivent dans les mines. Tandis que, dans les professions ordinaires, l'ouvrier peut se contenter de prévoir les temps de chômage et de maladie, il est à remarquer qu'en cas d'incapacité de travail la caisse de prévoyance donne à l'ouvrier mineur, soit une pension, soit des secours prolongés; s'il périt, elle procure à sa veuve, à ses enfants en bas âge, à ses vieux père et mère, dont il était le soutien, l'assistance qu'ils réclament. Les caisses sont assez bien organisées pour que l'on puisse dire que, pour la plus forte

part, ce sont les deniers, le produit des sacrifices de l'ouvrier, qui fournissent les secours. Ce que nous demandons à la loi, ce n'est donc qu'un appui moral, indispensable à plusieurs égards.

Durant l'année 1854, en même temps que l'exploitation minérale et l'industrie métallurgique florissaient, que les salaires de l'ouvrier mineur, beaucoup trop abaissés dans le

DÉSIGNATION DES ASSOCIATIONS.	CAISSES COMMUNES DE PRÉV[illegible]					
	Retenues sur les salaires.		Cotisations des exploitants.		Subventions de l'État.	
	FR.	C.	FR.	C.	FR.	C.
Caisse de Mons	108,570	67	108,570	68	16,000	»
— de Charleroy	101,700	44	101,700	44	[illegible]	»
— du Centre	28,552	55	28,552	56	5,000	»
— de Liége	41,187	71	41,187	[illegible]	12,000	»
— de Namur	14,635	02	14,635	02	2,000	»
— du Luxembourg	564	07	564	07	400	»
TOTAUX	293,140	26	295,140	27	44,000	»

DÉSIGNATION DES ASSOCIATIONS.	CAISSES COMMUNES DE			
	Pensions et secours.		Instruction, amélioration morale.	
	FR.	C.	FR.	C.
Caisse de Mons	157,385	04	14,503	37
— de Charleroy	90,708	14	»	
— du Centre	43,927	50	»	
— de Liége	72,256	90	»	
— de Namur	13,973	30	»	
— du Luxembourg	1,742	02	»	
TOTAUX	379,992	90	14,503	37

cours des années précédentes, se relevaient, les caisses de prévoyance n'ont pu que prospérer et augmenter leurs bienfaits.

Voici, pour les six caisses communes de prévoyance, et les caisses particulières de secours érigées près des exploitations associées, le résumé des recettes et des dépenses en 1854, et la situation des caisses communes au 1er janvier dernier :

—	CAISSES PARTICULIÈRES DE SECOURS. Retenues sur les salaires.		Cotisations des exploitants.		TOTAL.		TOTAL GÉNÉRAL.	
c	FR.	C.	FR.	C	FR.	C.	FR.	C.
35	190.172	70	38.648	55	228,821	25	488,536	60
»	218,733	89	9,674	86	228,408	75	460,520	75
72	9,510	76	9,510	76	19,021	52	83,391	24
13	256,552	42	8,997	90	265,550	32	383,631	45
54	17,265	51	3,486	08	20,751	59	55,060	13
14	693	93	346	97	1,040	90	3,019	04
83	692,929	21	70,665	12	763,594	33	1,474,159	21

—	CAISSES PARTICULIÈRES DE SECOURS.		TOTAL GÉNÉRAL.		Avoir au 1er janvier 1855.		Charges au 1er janvier 1855.	
c.	FR.	C.	FR.	C.	FR.	C.	FR.	C.
71	188,522	69	365,695	40	492,470	05	77,300	95
21	184,000	10	279,633	31	536,386	18	55,338	»
»	26,334	22	70,739	22	105,661	66	42,534	»
»	211,490	69	285,973	69	519,766	39	80,178	80
59	17.875	49	33,674	08	66,013	03	14,437	95
77	1,418	81	3,392	58	13,817	27	1,742	02
28	629,642	»	1,039,108	28	1,734,114	58	271,531	72

Ainsi, tandis que les recettes des six grandes associations de prévoyance se sont élevées, en 1854, à la somme de fr. 710,564 88 c., les recettes des caisses particulières de secours, érigées près des divers établissements associés, ont atteint fr. 763,594 33 c.; et le total général des recettes a été de fr. 1,474,159 21 c., somme qui a dépassé le résultat de toutes les années précédentes.

Les dépenses des caisses communes se sont élevées à la somme de fr. 409,466 28 c.; celles des caisses particulières de secours, à 629,642 francs; ensemble, fr. 1,039,108 28 c., résultat qui dépasse aussi celui des années précédentes.

C'est ce que prouve le relevé suivant des recettes et des dépenses des différentes caisses pendant les cinq dernières années :

ANNÉES.	CAISSES COMMUNES.		CAISSES PARTICULIÈRES.	
	Recettes.	Dépenses.	Recettes.	Dépenses.
	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.
1850	367,900 70	316,902 78	362,689 93	349,769 07
1851	436,631 36	340,343 51	406,441 43	384,711 18
1852	486,933 32	339,803 53	502,436 41	449,597 63
1853	544,855 97	381,148 31	585,939 03	508,878 62
1854	710,564 88	409,466 28	763,594 33	629,642 »

Au 1er janvier dernier, l'encaisse ou avoir général des six grandes associations s'élevait à fr. 1,734,114 58 c.; ce qui témoigne également d'une situation favorable.

En récapitulant le total des sommes reçues et dépensées par les caisses communes depuis leur fondation (la plus ancienne date de 1839), on obtient le relevé suivant :

DÉSIGNATION des ASSOCIATIONS.	TOTAL GÉNÉRAL DES RECETTES.	TOTAL GÉNÉRAL DES DÉPENSES.	AVOIR AU 1er JANVIER 1855.
	FR. C.	FR. C.	FR. C.
Caisse de Mons	2,011,796 42	1,519,326 37	492,470 05
— de Charleroy.	1,303,573 44	767,187 26	536,386 18
— du Centre.	454,153 07	348,491 41	105,661 66
— de Liége	1,140,979 23	633,999 17	519,766 39
— de Namur	208,383 82	142,370 79	66,013 03
— du Luxembourg . . .	30,024 01	15,905 32	13,817 27
Totaux.	5,148,909 99	3,427,280 32	1,734,114 58

Comme nous l'avons dit les années précédentes, cet exposé de situation, si l'on y ajoute les recettes des caisses particulières de secours, accuse un total général de recettes, pendant seize années en moyenne, de plus du double des recettes des caisses communes, c'est-à-dire de plus de *dix millions*.

Ce qui doit rassurer sur l'élévation de ce chiffre, c'est que l'ouvrier mineur lui-même a fourni la plus grande part de ces fonds qui n'ont été employés qu'en faveur des malheureux blessés, des malades, des veuves et de la famille nécessiteuse de ceux qui ont péri par accident. Le tableau résumé qui suit montre pour quelle part proportionnelle entrent les différents éléments de recettes dans celles de 1854 :

	FR. C.	TANTIÈMES P. %.
Contributions des ouvriers. . .	988,069 47	67 03
Id. des patrons . . .	365,805 39	24 82
Recettes diverses	76,284 35	5 17
Subventions de l'État	44,000 »	2 98
Totaux	1,474,159 21	100 »

On voit que, dans cet ensemble des recettes des caisses communes et des caisses particulières, l'ouvrier a contribué pour

une somme de fr. 988,069 47 c., ou 67 p. c. des recettes totales. En y comprenant l'intérêt des fonds placés et qui proviennent des années précédentes, l'ouvrier a contribué pour plus des *sept dixièmes* des recettes des caisses. Voilà les fruits de l'association patronnée par les exploitants de mines et par l'État! Les exploitants interviennent pour une quotité qui n'est pas même du quart (24 82 p. c.); l'État soutient ces associations au moyen de subventions qui n'atteignent pas même 3 p. c. des recettes (2 98 p. c.).

Les salaires des ouvriers mineurs, sur lesquels se prélèvent les retenues qui alimentent les caisses, se sont un peu améliorés pendant l'année 1854, en suivant la progression qui s'était déjà manifestée auparavant. Nous allons indiquer, en suivant les comptes rendus des six caisses de prévoyance, quels ont été, durant cette année, le nombre moyen des ouvriers employés par les exploitations associées, le montant total des salaires qu'elles ont payés, et quel a été par conséquent le salaire *moyen* de l'ouvrier [1] pendant l'année et par jour de travail :

DÉSIGNATION des ASSOCIATIONS.	NOMBRE des OUVRIERS.	MONTANT total DES SALAIRES.	SALAIRE MOYEN	
			PAR AN.	PAR JOUR DE TRAVAIL.
		FRANCS.	FR. C.	FR C.
Caisse de Mons	20,942	14,329,007	684 22	2 21
— de Charleroy	19,091	13,560,059	710 28	2 41
— du Centre.	5,966	3,804,314	637 66	2 13
— de Liége	20,446	(2)9,737,427	476 25	1 75
— de Namur.	2,803	1,463,502	522 12	2 03
— de Luxembourg . . .	415	112,814	271 84	0 91
Totaux et moyennes. .	69,663	43,007,125	617 56	2 06

(1) En comprenant dans le calcul des *moyennes* les salaires des différentes catégories d'ouvriers et ceux des femmes et des enfants.

(2) Le compte rendu de la commission administrative de la caisse de Liége ne mentionne qu'une somme de 8,227,541 francs; ce qui ne donnerait à

Pour contrôler ces renseignements, nous avons recherché dans les rapports des députations permanentes des conseils provinciaux, pour l'année 1854, les données qu'ils publient sur la situation de l'industrie minérale dans le courant de cette année. Voici, mais seulement pour les *mines de houille*, les renseignements que nous y puisons ([1]) :

PROVINCES.	NOMBRE des OUVRIERS.	MONTANT des SALAIRES.	EXTRACTION.	VALEUR CRÉÉE.	SALAIRE ANNUEL MOYEN.
		FRANCS.	TONNEAUX.	FRANCS.	FRANCS.
Hainaut	45,280	31,424,831	6,154,860	66,611,266	694
Liége	15,313	9,010,535	1,582,790	17,706,833	588
Namur	1,582	871,483	209,990	1,538,493	551
Tot. et moyenne.	62,175	41,306,847	7,947,640	85,856,592	664

Ces renseignements concordent assez bien avec ceux que, d'office, ont donnés les commissions administratives des caisses. Nous devons, toutefois, faire une réserve sur les indications produites du nombre des ouvriers.

Voici d'abord le relevé total du nombre des ouvriers mineurs dans le royaume, en 1854, tel qu'il a été dressé par les ingénieurs des mines :

PROVINCES.	MINES de houille.	MINES métalliques concédées.	Exploitation libre du minerai de fer.	Ardoisières et alunières.	TOTAL général.
Hainaut	45,280	221	1,090	»	46,591
Liége	15,313	3,837	1,038	28	20,216
Namur	1,582	1,084	3,045	»	5,711
Luxembourg . .	19	139	227	415	800
Totaux . .	62,194	5,281	5,400	443	73,318

l'ouvrier qu'un salaire annuel de fr 402 40 c. Pour des raisons que nous indiquerons plus loin, nous avons modifié ce chiffre d'après les renseignements qu'a bien voulu nous fournir M. Wellekens, ingénieur en chef des mines, à Liége.

([1]) La province de Luxembourg manque à ce tableau ; mais elle ne possède qu'une seule exploitation de mines de houille, peu riche et qui n'occupe que 19 ouvriers.

Si nous rapprochons de ce tableau les chiffres donnés par les comptes rendus des commissions administratives comme indiquant le nombre des ouvriers employés par les associations associées, nous sommes tenté de croire ou que les chiffres indiqués ci-dessus sont trop peu élevés, ou que le nombre des ouvriers déclarés comme affiliés est trop grand. Le défaut de rapport que l'on pourra constater dans quelques parties s'explique d'abord par la difficulté qu'il y a de calculer des moyennes, ensuite parce que, dans le relevé des ouvriers appartenant aux exploitations associées, il en figure probablement un certain nombre que les ingénieurs des mines n'ont pas cru devoir comprendre parmi les ouvriers mineurs.

Moyennant cette précaution, nous publions ci-dessous le relevé du nombre des ouvriers mineurs affiliés, et du montant des versements opérés aux différentes caisses par les exploitants et par les ouvriers :

DÉSIGNATION des EXPLOITATIONS.	NOMBRE TOTAL		TOTAL DES VERSEMENTS			
	des exploitations associées.	des ouvriers affiliés.	des exploitants.		des ouvriers.	
			FR.	C.	FR.	C
Caisse de Mons.	31	20,942	147,219	23	298,743	37
— de Charleroy. . . .	55	19.091	111,375	30	320,454	55
— du Centre.	9	5,966	38,043	12	38,043	11
— de Liége	87	20,446	50,135	60	297,690	13
— de Namur	135	2,803	18,121	10	31,900	53
— du Luxembourg . . .	8	415	911	04	1.258	»
Totaux.	325	69.663	365,805	39	988,069	47

En ajoutant, pour les lacunes qui pourraient exister dans les indications fournies par les ingénieurs des mines, un nombre de 1,500 ou de 2,000 ouvriers aux chiffres qu'ils ont déclarés, ce qui porterait à 75,000 environ le nombre

total des ouvriers attachés à l'exploitation des mines, on voit que, d'après les déclarations des commissions administratives, 93 p. c. des ouvriers sont affiliés aux caisses. Environ 5,000, répartis dans diverses exploitations, principalement employés à l'extraction du minerai de fer appartenant à des propriétaires de la surface, tardent à s'affilier à ces institutions.

Il suit, en outre, des tableaux qui précèdent, que si, en moyenne, l'on peut estimer le gain d'un ouvrier mineur à fr. 617 36 c., dans le courant de 1854, le montant des retenues que l'on a prélevées sur son salaire est de fr. 14 18 c. par tête, ou environ 2 38 p. c. de son salaire; ce qui, vu l'exiguïté de ses ressources, est une charge assez lourde.

L'ensemble de ces renseignements prouve l'état florissant des caisses. Mais nous croyons toutefois utile de continuer, encore cette année, l'examen que nous avons coutume de faire des opérations et de la situation de ces caisses prises séparément. C'est un contrôle officieux, mais qui a, pensons-nous, son utilité.

§ 1er. — *Caisse de Mons.*

La caisse fondée par les exploitants de mines du Couchant de Mons est la plus importante par ses recettes et par le nombre d'ouvriers qui y sont affiliés. Le rapport de la commission administrative de cette caisse est en même temps celui qui entre dans le plus de détails sur la condition de l'ouvrier, le salaire qu'il touche et les améliorations que l'on tâche d'apporter à son sort. Ce motif nous engage, ne fût-ce que comme spécimen de ce qui se fait ou peut se faire dans les autres associations, à reproduire quelques-uns des détails fournis par le rapport.

Le procès intenté par la veuve d'un ouvrier qui a péri à feu le baron de Mecklenbourg, concessionnaire de la mine de la *Grande Machine à feu de Dour,* et commencé

il y a plusieurs années, n'est pas encore terminé. La commission appelle, de ses vœux, l'adoption de la loi présentée à la Chambre des Représentants, et qui fournira aux commissions administratives des caisses des moyens d'action qui leur manquent maintenant.

Les exploitants associés ont employé, en moyenne, en 1854, 20,942 ouvriers et dépensé en salaires une somme de 14,329,007 francs. D'après leurs déclarations, cette somme a servi à payer 6,487,173 journées; le prix de chacune d'elles a été, par conséquent, de fr. 2 21 c.

L'année précédente, le prix moyen de la journée de travail avait été de fr. 1 87 c. L'augmentation est donc, d'une année à l'autre, de 34 centimes.

Les variations qu'a subies la moyenne des prix de la main-d'œuvre, depuis cinq années, se constatent par la comparaison qui suit :

ANNÉES.	SALAIRES PAYÉS.	NOMBRE DE JOURNÉES.	MOYENNE DU PRIX DE LA JOURNÉE.
	FRANCS.		FR. C.
1850	8,266,758	4,676,718	1 77
1851	8,752,396	4,934,208	1 77
1852	9,170,007	5,117,112	1 79
1853	10,418,442	5,564,028	1 87
1854	14,329,007	6,487,173	2 21

Ces chiffres prouvent que, depuis cinq ans, les salaires ont toujours suivi une progression croissante.

En 1854, le nombre d'ouvriers employés a été de 2,357 plus élevé qu'en 1853, et le nombre de journées de 923,145 plus considérable.

Les recettes de la caisse commune et celles des caisses particulières de secours ont atteint un chiffre très-élevé; les

dépenses ont aussi accru. En voici le tableau résumé pour les cinq dernières années :

ANNÉES.	CAISSE COMMUNE.		CAISSES PARTICULIÈRES.	
	Recettes.	Dépenses.	Recettes.	Dépenses.
	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.
1850	163,619 40	124,569 74	141,184 02	137,814 52
1851	167,779 89	135,599 01	140,399 56	135,328 79
1852	178,394 91	151,152 86	173,352 07	155,815 »
1853	197,992 67	159,807 48	186,390 27	163,672 51
1854	259,715 35	177,172 71	228,821 25	188,522 69

Aucun accident notable n'est survenu dans le cours de la dernière année.

Cependant le nombre des personnes secourues et le montant des pensions et secours ont continué de s'accroître, comme le prouve le relevé suivant :

ANNÉES.	NOMBRE des PERSONNES SECOURUES.	MONTANT des PENSIONS ET SECOURS (1).
		FR. C.
1850	983	103,796 59
1851	1,015	117,150 53
1852	1,262	133,000 06
1853	1,269	141,651 17
1854	1,322	156,695 85

(1) Ce relevé ne comprend pas les frais occasionnés pour le traitement des ouvriers atteints d'anémie, qui, depuis 1851, sont mis à la charge des caisses particulières de secours. La caisse commune a encore payé, en 1854, une somme de fr. 689 19 c. pour le traitement de deux malades restés à sa charge.

Les pensions et secours ont été répartis, en 1854, dans les catégories de personnes indiquées ci-dessous :

PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE des personnes secourues.	MONTANT des pensions et secours.
		FR. C.
Veuves d'ouvriers qui ont péri par accident. .	307	57,116 24
Ouvriers devenus incapables de travailler par suite d'accident	11	1,986 30
Enfants de veuves, d'ouvriers infirmes, et orphelins	539	19,879 07
Parents d'ouvriers (pères, mères, fille, frère et sœur)	76	8,663 65
Ouvriers grièvement blessés	389	69,050 59
Totaux.	1,322	156,695 85

Constatons que, cette année encore, les secours aux ouvriers blessés grièvement, mais non incurables, ont absorbé une somme importante, fr. 69,050 59 c., ou 44 p. c. de la dépense totale. Dans la province de Liége, la commission administrative n'a pas admis, même en partie, le traitement des ouvriers blessés à la charge de la caisse commune. En revanche, elle a consacré, en 1854, une somme de 23,582 francs en faveur des ouvriers vieux et infirmes retirés du travail.

Dans la caisse de Mons, on n'a rien fait absolument en faveur des vieux ouvriers.

La commission administrative a affecté, en 1854, une somme de fr. 14,503 37 c. pour faciliter l'instruction des jeunes ouvriers. La Société Générale a continué généreusement sa subvention de 5,000 francs pour cette œuvre de bienfaisance éclairée. De plus, un anonyme a envoyé une somme de 300 francs pour ce même objet. Ces sommes ont servi à procurer l'instruction à 4,877 élèves ; ce qui, à raison des 11,350 francs spécialement dépensés à cet effet, donne une dépense annuelle de fr. 2 33 c. par élève, en moyenne

19 centimes par mois. Voilà avec quels faibles sacrifices un patronage bien entendu de la classe ouvrière peut préparer pour l'avenir les plus merveilleux résultats!

Si l'on compare le nombre des élèves dont on a favorisé l'instruction en 1854 avec celui des élèves admis gratuitement aux écoles en 1853, on remarque pourtant une différence au préjudice de la dernière année. En 1853, le nombre des élèves avait été de 5,353: il est descendu, en 1854, à 4,877. La commission administrative attribue ce résultat à l'élévation des salaires, qui a fait déserter l'école à beaucoup d'enfants de l'âge de 9 à 12 ans, pour aller travailler aux houillères où ils pouvaient gagner facilement de 50 centimes à 1 franc par jour.

L'augmentation des salaires n'a pas toujours contribué, il est pénible de l'avouer, à accroître le bien-être des familles. D'après le rapport de la commission administrative, les désordres auxquels se livrent les jeunes ouvriers, de l'âge de 17 à 25 ans surtout, montrent combien il est nécessaire de moraliser la population du Borinage en persévérant dans la voie où l'on est entré depuis quelques années.

Le montant des charges à supporter par la caisse commune pour l'exercice de 1855, était, au 1er janvier de cette année, de fr. 77,300 95 c., avec 793 ayants droit.

L'encaisse, à la même date, était de fr. 492,470 05 c.

Les caisses particulières de secours ont reçu en total, pendant cet exercice, une somme de fr. 190,172 70 c., provenant des retenues sur le salaire des ouvriers. Les patrons ont suppléé à l'insuffisance des recettes de quelques-unes de ces caisses par une somme de fr. 38,648 55 c.; ce qui porte l'ensemble des recettes à fr. 228,821 25 c. Les dépenses se sont élevées à fr. 188,522 69 c., qui ont été répartis ainsi qu'il suit :

Frais de personnel du service de santé . fr.		61,896 66
Distribution en	médicaments.	7,006 54
	charbon.	8,113 64
	objets divers.	7,859 45
Secours pécuniaires aux blessés		73,256 40
Pensions de veuves, d'orphelins, et secours extraordinaires.		22,497 33
Instruction des enfants d'ouvriers		7,892 67
Total. . . fr.		188,522 69

Le nombre des ouvriers blessés, et secourus par les caisses particulières, a été en total de 9,428; ce qui montre combien l'industrie des mines est périlleuse. Mais la plupart des accidents n'étaient pas bien graves, puisqu'en moyenne, indépendamment des frais de traitement, chaque blessé n'a reçu qu'une somme de fr. 7 77 c.

Un article exorbitant, et sur lequel nous croyons que l'on pourrait obtenir une notable réduction au moyen d'abonnements contractés d'une manière convenable, ce sont les frais du personnel du service de santé, qui se sont élevés, en 1854, à fr. 61,896 66 c. Cette dépense ne pourrait être justifiée que si les soins médicaux étaient donnés en même temps à la femme et à la famille de l'ouvrier. Elle constitue une contribution d'environ 3 francs par ouvrier et par année. Peu d'ouvriers peuvent consentir à cette dépense s'ils n'y trouvent un véritable intérêt.

En récapitulant les sommes versées par les patrons dans la caisse commune et dans les caisses particulières de leurs ouvriers, on voit que le montant total de leurs contributions a atteint fr. 146,116 10 c. La part de quelques établissements est considérable. Il suffira de citer que l'établissement du *Grand-Hornu* y a participé pour fr. 26,403 65 c.; celui de *Boussu et Ste.-Croix Ste.-Claire*, pour fr. 13,699 25 c., etc.

Le rapport de la commission est suivi, ainsi qu'il l'est chaque année, du compte rendu des travaux de la société de

St.-Jean-François-Régis, qui contribue, pour sa bonne part, à l'œuvre de l'amélioration morale de la population du Borinage.

§ 2. — *Caisse de Charleroy.*

La caisse commune de prévoyance de Charleroy a reçu quelques nouvelles adhésions.

Dans l'arrondissement de Charleroy, comme dans celui de Mons, le taux des salaires a augmenté. Les exploitants associés ont employé, en moyenne, 19,091 ouvriers, et ont payé une somme totale de 13,560,039 francs pour 5,622,588 journées; ce qui fait, pour chaque ouvrier, à raison de 294 journées de travail, un salaire moyen de fr. 2 41 c. par jour.

En 1853, le prix moyen de la journée n'avait été que de fr. 2 08 c.; on avait payé pour la main-d'œuvre 9,687,903 francs, à raison de 16,197 ouvriers employés et de 4,664,924 journées de travail.

Les recettes de la caisse commune et des caisses particulières se sont ressenties de cette situation favorable; les dépenses aussi se sont accrues, comme le témoigne le relevé suivant :

ANNÉES.	CAISSE COMMUNE.		CAISSES PARTICULIÈRES.	
	Recettes.	Dépenses.	Recettes.	Dépenses.
	FR. C.	FR. C.	FR. C	FR. C.
1850	72,475 82	73,838 18	81,638 85	81,638 85
1851	119,399 63	81,228 39	103,946 09	103,946 09
1852	143,263 70	85,225 49	139,482 97	123,786 84
1853	169,821 36	88,697 20	171,910 42	144,451 18
1854	232,112 »	95,633 21	228,408 75	184,000 10

Un accident notable, une explosion de *grisou*, arrivé le 22 janvier 1854, dans le puits de *Ste.-Suzanne*, appartenant au charbonnage de *Bayemont*, et qui a occasionné la mort de *vingt-cinq* ouvriers, est venu augmenter considérablement

les charges de la caisse qui étaient déjà en progression croissante. Le tableau suivant du nombre des personnes secourues et du montant total des pensions et secours, pendant les cinq dernières années, en fournira la preuve :

ANNÉES.	NOMBRE des PERSONNES SECOURUES.	MONTANT des PENSIONS ET SECOURS.
		FR. C.
1850	789	69,703 75
1851	835	77,080 25
1852	864	78,950 82
1853	891	83,835 89
1854	1,007	90,708 14

Voici les catégories des personnes secourues en 1854, avec l'indication du montant des secours qu'elles ont reçus :

PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE des personnes secourues.	MONTANT des pensions et secours.
Pensions viagères.		FR. C.
Ouvriers mutilés, infirmes ou incurables. . . .	43	8,096 59
Veuves d'ouvriers tués.	147	23,759 01
Parents (pères et mères) d'ouvriers tués.	23	2,209 71
Ouvriers vieux et infirmes.	33	4,426 60
Veuves d'ouvriers vieux et infirmes.	4	435 35
Pensions temporaires.		
Enfans d'ouvriers mutilés, infirmes ou incurables	30	951 06
Enfants de veuves d'ouvriers tués.	293	10,837 79
Frères et sœurs d'ouvriers tués.	3	225 »
Orphelins de père et de mère.	12	1.087 54
Enfants d'ouvriers vieux et infirmes.	3	103 34
Secours extraordinaires.		
Parents d'ouvriers tués.	147	10,368 50
Ouvriers blessés grièvement.	190	21,397 20
Id. vieux ou infirmes.	54	4,306 »
Parents (23 veuves et 2 mères) d'ouvr. *non tués.*	25	2,504 45
Totaux.	1,007	90,708 14

Nous ne répéterons pas les observations que nous avons faites, dans nos comptes rendus précédents, sur l'extension que les secours ont prise dans la caisse de Charleroy et l'admission de nouvelles catégories d'ayants droit que les statuts primitifs n'avaient pas reconnus. Nous mentionnerons aussi, seulement en passant, l'élévation des sommes consacrées aux ouvriers blessés grièvement en traitement. Nous avons toujours soutenu que c'est une dépense qui doit appartenir essentiellement aux caisses particulières de secours.

Du chef des ouvriers blessés, la caisse commune a payé, en 1854, fr. 21,597 20 c. pour 190 blessés; en 1855, elle avait fourni une somme de fr. 24,912 55 c. pour 206 blessés.

Le montant des charges auxquelles il doit être satisfait, en 1855, était, au 1er janvier de cette année, de 55,338 francs.

L'encaisse, à la même date, était de fr. 536,386 18 c.

Les recettes des caisses particulières ont été également favorables : une somme de fr. 218,733 89 c. est provenue des retenues sur le salaire des ouvriers; les patrons ont suppléé au déficit de quelques caisses par des sommes s'élevant à fr. 9,674 86 c.; ce qui fait ensemble un total de recettes de fr. 228,408 75 c.

Les dépenses de ces caisses ont été de même considérables; voici comment elles se sont réparties :

Sommes payées aux ouvriers	fr.	114,569 79
» » aux officiers de santé. . . .		55,758 23
» » pour médicaments		13.672 08
Total. . .	fr.	184,000 10

Le nombre d'ouvriers secourus a été en total de 7,991 ; chacun d'eux a reçu en moyenne, en secours pécuniaires, une somme de fr. 14 34 c., comparativement plus que n'ont reçu les blessés du Couchant de Mons.

Les sommes payées aux officiers de santé paraissent exorbitantes ; elles se sont élevées, pour un nombre total de 19,091 ouvriers, à fr. 55,758 23 c. ; ce qui fait en moyenne, par ouvrier et par année, fr. 2 92 c. Nous nous en référons à ce que nous avons dit ci-dessus, relativement à cette dépense, pour la caisse du Couchant de Mons.

En additionnant les sommes fournies par les patrons, en 1854, pour la caisse commune et les caisses particulières, on trouve que le montant total de leurs cotisations a été de fr. 111,375 30 c.

§ 3. — *Caisse du Centre.*

Le compte rendu de la commission administrative donne des renseignements utiles à reproduire.

Durant l'année 1854, les exploitants associés ont payé, en salaires, une somme de 3,804,314 francs pour 1,789,800 journées de travail, exécutées par un nombre moyen de 5,966 ouvriers. La moyenne du prix de la journée, en comprenant dans les calculs les femmes et les enfants, est de fr. 2 13 c., tandis que, l'année précédente, elle n'avait été que de fr. 1 84 c.

Les recettes de la caisse commune, ses dépenses, les recettes et les dépenses des caisses particulières vont en augmentant, comme on peut s'en convaincre par le relevé suivant des cinq dernières années :

ANNÉES.	CAISSE COMMUNE.		CAISSES PARTICULIÈRES.	
	Recettes.	Dépenses.	Recettes.	Dépenses.
	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.
1850	50,206 96	32,496 75	14,262 52	21,195 91
1851	56,983 23	34,522 40	15,241 81	17,624 05
1852	50,337 36	37,751 50	16,808 90	19,479 70
1853	55,472 20	40,794 »	16,275 56	24.567 21
1854	64,369 72	44,405 »	19,021 52	26,334 22

Les sommes allouées pour pensions et secours de la caisse commune ne cessent de s'accroître. En voici également le relevé :

ANNÉES.	NOMBRE des PERSONNES SECOURUES.	MONTANT des PENSIONS ET SECOURS.
		FR. C.
1850	237	31,864 »
1851	241	34,039 40
1852	281	37,246 50
1853	298	40,232 »
1854	314	43,927 50

Les catégories des personnes secourues sont les suivantes. Nous y ajoutons le montant des sommes reçues :

PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE des personnes secourues.	MONTANT des pensions et secours.
		FR. C.
Veuves	117	14,367 50
Vieillards et infirmes	125	18,538 50
Orphelins	7	600 »
Ouvriers blessés	65	10,421 50
Totaux	314	43,927 50

Nous avons dit qu'à cause du petit nombre d'accidents graves qui se manifestent dans les houillères associées du groupe du Centre, la commission administrative se montrait

très-large dans ses distributions, sans se renfermer strictement dans le cadre des accidents. On voit qu'elle a consacré, en 1854, une somme de fr. 18,538 50 c. pour l'entretien de 125 ouvriers vieux ou infirmes.

Toutefois, ce qui prouve le danger de la profession de mineur, 16 ouvriers ont péri par accident dans le courant de 1854; 8 autres ont été admis à la pension comme mutilés ou pour blessures graves; 8 infirmes ont été pensionnés. Enfin des pensions ont été accordées à 4 veuves d'ouvriers infirmes décédés. Total, 36 pensions accordées dans le courant de l'année.

Au 1er janvier dernier, l'encaisse de l'association s'élevait à fr. 105,661 66 c., et les charges de l'année montaient à 42,534 francs avec 298 ayants droit.

Les dépenses des caisses particulières de secours ont excédé de beaucoup les recettes. Le déficit qui, l'année précédente, était de fr. 20,524 44 c., s'élevait, au 1er janvier de cette année, à fr. 27,914 95 c. Nous ignorons comment on comblera ce déficit : il est urgent, pour la plupart des établissements associés, de hausser le taux des retenues dans les caisses particulières de secours.

En réunissant les sommes versées par les patrons dans les caisses particulières à leurs cotisations au profit de la caisse commune, on voit qu'ils ont dépensé en total, en 1854, pour secours et pensions, une somme de fr. 38,043 12 c.

§ 4. — *Caisse de Liége.*

Les établissements associés de la province de Liége n'ont eu à subir, en 1854, aucun grand accident; toutefois, ils ont compté 54 ouvriers tués et 21 blessés grièvement.

Le compte rendu de la commission porte que, dans les établissements associés, en 1854, il a été payé pour salaires aux ouvriers une somme de 8,227,541 francs; en même temps il accuse un nombre moyen de 20,446 ouvriers.

D'après ces bases, chaque ouvrier, en moyenne, n'aurait reçu pour l'année qu'une somme de fr. 402 40 c., bien inférieure à celle qu'ont touchée les ouvriers des autres districts, y compris la province de Namur où les salaires sont généralement plus bas. Un coup d'œil jeté sur le tableau des recettes nous a indiqué d'où provenait l'erreur.

Nous avons le regret de devoir constater qu'un assez grand nombre d'établissements sont en retard de verser leurs cotisations. Nous ne comprenons pas comment la commission administrative n'a pas pris depuis longtemps des mesures pour faire opérer la rentrée de l'arriéré. Cet arriéré est tellement considérable que nous ne voudrions pas le reproduire ici, car il est réellement inconcevable. On manque, dira-t-on peut-être, de moyens de coërcition contre les retardataires; nous ne savons ce que la commission administrative a tenté à cet égard, mais nous y trouvons un motif irrécusable pour que le Gouvernement presse la discussion de la loi qu'il a présentée aux Chambres, et qui donnera aux commissions administratives les moyens d'action qui leur font aujourd'hui défaut.

Les recettes et les dépenses de la caisse commune et des caisses particulières de secours se résument ainsi pour les cinq dernières années :

ANNÉES.	CAISSE COMMUNE.		CAISSES PARTICULIÈRES.	
	Recettes.	Dépenses.	Recettes.	Dépenses.
	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.
1850	85,021 19	70,548 88	120,090 26	104,251 28
1851	93,929 77	73,398 25	139,770 73	122,316 22
1852	88,900 78	70,466 45	158,906 36	138,824 40
1853	95,862 80	75,217 76	199,906 14	164,128 05
1854	118,081 13	74,483 »	265,550 32	211,490 69

On voit ce qu'auraient été les recettes si l'on avait opérer la rentrée de tout l'arriéré; mais cet arriéré doit réparti sur plusieurs exercices antérieurs.

Depuis plusieurs années, les sommes affectées aux pens et secours de la caisse commune restent stationnaire caisse semble arrivée à cette époque où les extinctio pensions contrebalancent ou à peu près les entrées. To fois, nous avons entendu des plaintes sérieuses sur la n cité du taux fixé par la commission pour les pensions. charges supportées par quelques établissements au prof la caisse commune sont fort lourdes, nous a-t-on di lorsque quelques-uns de leurs ouvriers éprouvent un dent, les sommes données en secours ne paraissent pas portionnées aux besoins.

Nous nous rendons l'écho de ces plaintes sans préte les approuver ou les désapprouver. Il nous suffit de les signalées à la philanthropie et à la bienveillance éclairée membres de la commission.

Voici le tableau résumé des pensions et secours acqu par la caisse commune durant les cinq dernières années :

ANNÉES.	NOMBRE des PERSONNES SECOURUES.	MONTANT des PENSIONS ET SECOU
		FR. C.
1850	836	71,150 80
1851	875	75,694 40
1852	886	77,646 40
1853	927	81,192 80
1854	921	80,178 80

Les pensions et secours, à la fin de l'année, présent le tableau suivant des ayants droit (¹) :

(¹) Le compte rendu de la caisse de Liége n'indique pas en détail le m

PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE des personnes secourues.	MONTANT des pensions et secours.
		FR. C.
Veuves d'ouvriers qui ont péri par accident. .	229	32,479 20
Enfants id. id. . .	353	12,334 40
Pères et mères id. id. . .	60	5,556 20
Ouvriers mutilés et incapables de travailler. .	53	6,227 »
Vieux ouvriers	226	23,582 »
Totaux	921	(1)80,178 80

Par l'intitulé de chacune des catégories de personnes comprises dans ce tableau, on voit que la commission administrative de Liége se renferme strictement dans les statuts. Elle trouve moyen de venir en aide à 226 vieux ouvriers à qui elle donne, en total, une somme de 23,582 francs, ou un peu plus de cent francs par tête. Elle ne dépense rien du chef des ouvriers blessés, dont elle laisse le traitement et l'entretien à la charge des caisses particulières de secours.

Parmi les vieillards et les infirmes secourus par la caisse commune,

5 sont âgés de 40 à 50 ans ;
42 » 50 » 60 —
86 » 60 » 70 —
78 » 70 » 80 —
15 » 80 » 90 —

Au 1er janvier 1855, l'encaisse total de l'association s'élevait à fr. 519,766 39 c., et ses charges, pour l'exercice

des personnes secourues et le montant des sommes payées à cet effet dans le courant de l'année, comme le font tous les autres comptes rendus; il indique l'état des personnes et des sommes dues à la fin de l'exercice courant. Nous préférerions que la commission suivît le mode adopté généralement.

(1) Les sommes réellement dépensées en pensions et secours, durant l'année, n'ont été que de fr. 72,256 90 c. La raison de cette différence est expliquée à la note précédente.

On a réparti les secours entre les personnes des catég[illegible] suivantes :

PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE des personnes secourues.	MONTANT des pensions et secours.
Pensions viagères.		FR. C.
Ouvriers mutilés.	6	547 »
Veuves d'ouvriers tués.	26	4,011 50
Pères et mères id.	5	312 50
Pensions temporaires.		
Enfants de veuves dont les maris ont péri par accident.	42	516 45
Frères et sœurs d'ouvriers qui ont péri par accident	1	31 65
Secours extraordinaires.		
Proches parents des défunts.	20	2,536 90
Ouvriers grièvement blessés.	32	3,446 20
Vieux ouvriers devenus infirmes.	22	2,324 10
Enfants d'ouvriers grièvement blessés.	26	247 »
Totaux.	180	13,973 30

Les ouvriers grièvement blessés ont reçu en total une somme de 3,446 20 c.; c'est proportionnellement beaucoup. Il ne faut pas oublier que le traitement et l'entretien des blessés appartiennent essentiellement aux établissements près desquels ils travaillaient.

Au 1er janvier 1855, l'encaisse de l'association namuroise était de fr. 66,013 03 c., avec des charges s'élevant, pour l'année courante, à fr. 14,437 95 c. pour 138 ayants droit.

Les caisses particulières de secours se généralisent et adressent plus régulièrement leurs comptes. On s'en aperçoit au relevé que nous avons publié ci-dessus.

En réunissant les cotisations des patrons pour la caisse commune et pour les caisses particulières de secours, on trouve que le total des sommes consacrées par les patrons,

table de voir les patrons de ces diverses exploitations se montrer aussi peu soigneux des intérêts de leurs ouvriers.

Ainsi que le dit très-bien la commission administrative, elle ne pourra regarder sa mission comme accomplie que du jour où plus une famille de mineurs ne sera abandonnée aux incertitudes de l'avenir.

A aucune époque les recettes de la caisse de Namur n'ont été aussi favorables, bien que l'État et la province aient réduit les subventions qu'ils étaient dans l'habitude de donner.

Voici, pour les cinq dernières années, le relevé des recettes et des dépenses de la caisse commune et des caisses particulières de secours :

ANNÉES.	CAISSE COMMUNE.		CAISSES PARTICULIÈRES.	
	Recettes.	Dépenses.	Recettes.	Dépenses.
	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.
1850	14,437 52	13,474 22	4,883 52	4,241 72
1851	16,605 80	13,665 06	6,286 »	4,698 79
1852	23,970 52	15,388 25	12,868 86	11,087 19
1853	23,306 12	14,996 02	10,200 93	10,486 19
1854	34,308 54	15,798 59	20,751 59	17,875 49

Le nombre des personnes secourues est, comme dans la province de Liége, devenu presque stationnaire. En voici le relevé pour les cinq dernières années :

ANNÉES.	NOMBRE des PERSONNES SECOURUES.	MONTANT des PENSIONS ET SECOURS.
		FR. C.
1850	184	12,448 78
1851	184	12,644 47
1852	185	13,796 28
1853	175	13,641 39
1854	180	13,973 50

ANNÉES.	NOMBRE des PERSONNES SECOURUES.	MONTANT des PENSIONS ET SECOURS.
		FR. C.
1850	21	1,680 48
1851	25	1,681 65
1852	21	1,558 25
1853	23	1,412 50
1854	35	1,742 02

La commission administrative de la caisse ne présente point, dans son compte rendu, le relevé par catégories des personnes secourues, ainsi que le font les autres commissions. Nous extrayons de ses listes nominatives les indications suivantes :

PERSONNES SECOURUES.	NOMBRE des personnes secourues.	MONTANT des pensions et secours.
Pensions viagères.		FR. C.
Ouvriers incapables de travailler par suite d'accident.	2	400 »
Veuves d'ouvriers tués.	3	285 94
Pensions temporaires.		
Enfants et autres personnes.	12 (1)	619 38
Secours extraordinaires.		
Divers.	18 (2)	436 70
Totaux.	35	1,742 02

(1) Nous ne donnons ce chiffre que par approximation.
(2) Id.

Au 1er janvier dernier, l'encaisse de l'association luxembourgeoise s'élevait à fr. 13,817 27 c.; le montant des charges, pour l'année courante, était de fr. 1,742 02 c., avec un nombre approximatif de 35 ayants droit.

Il est à remarquer que les recettes de la caisse commune n'ont excédé les dépenses, en 1854, que de fr. 4 37 c., tandis que les charges sont de nature à durer plusieurs années et à s'accroître. Afin de ne pas entamer l'encaisse, nous pensons qu'il est temps que, suivant l'exemple qui a été donné ailleurs, les exploitants luxembourgeois élèvent le taux des retenues au profit de la caisse commune.

D'autre part, le déficit dans les caisses particulières de secours a augmenté; il est, cette année, de fr. 547 10 c.

Les cotisations des patrons au profit de la caisse commune et des caisses particulières se sont élevées, en 1854, seulement à fr. 911 04 c.

CONCLUSION.

Il n'y a eu, durant l'année dont nous venons de reproduire les comptes, qu'un seul accident notable (à la mine de houille de *Bayemont*, près de Charleroy); et cependant, sur une population totale de 69,663 ouvriers que comptaient les établissements associés, nous avons pu constater un nombre de 216 ouvriers tués, ou 3 p. °°/₀₀ du total.

Ce nombre est plus élevé que la moyenne des années précédentes; il s'explique par l'activité imprimée aux travaux par suite de la prospérité du commerce du charbon de terre, et, en partie aussi, par l'accroissement du nombre des ouvriers, les nouveaux venus étant d'ordinaire peu expérimentés et inhabiles.

Nous possédons, pour quatre des principales caisses, le relevé du nombre des accidents arrivés, depuis plusieurs années, aux ouvriers travaillant aux exploitations associées. Nous nous bornons à reproduire le résultat des cinq der-

nières années, qui, entre elles, sont à peu près comparables.

ANNÉES.	CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE DE :							
	MONS.		CHARLEROY.		LIÉGE.		NAMUR.	
	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.
1850	32	31	57	191	39	16	6	3
1851	21	27	40	156	38	19	6	4
1852	106	17	59	126	45	14	6	11
1853	56	29	49	145	39	22	3	2
1854	43	22	91	86	54	21	11	17
Totaux. .	258	126	296	704	215	92	32	27
Moyennes.	48	21	59	141	41	18	6	3

Précédemment nous avions trouvé que, pour la période de 1843 à 1847, il y avait eu, en moyenne, dans les exploitations associées, 119 ouvriers tués par an; de 1848 à 1852, le nombre des ouvriers tués avait été de 132 par année. En 1853, en l'absence de tout grand accident, il y en a eu 127; et, en 1854, année qui n'a compté qu'un grand accident, le nombre s'en est élevé à 199 [1].

Nous n'insistons pas sur le nombre des ouvriers grièvement blessés, parce qu'on ne le connaît qu'approximativement et souvent longtemps après. Ainsi le compte rendu de la caisse de Charleroy rectifie celui que le rapport de l'année dernière avait indiqué, et qui doit être augmenté de 38 cas déclarés tardivement.

Le relevé ci-dessus qui constate avec quelle persistance, malgré les perfectionnements apportés à l'art de l'exploita-

[1] Pour retrouver le nombre total indiqué ci-dessus, il faut ajouter 16 ouvriers qui ont péri par accident dans les mines du Centre, et un ouvrier tué dans une ardoisière du Luxembourg.

tion et la surveillance active des ingénieurs, chaque année voit renaître un nombre notable d'accidents, démontre l'indispensable nécessité de la conservation des caisses de prévoyance, qu'avec l'assistance et le patronage du Gouvernement ont su fonder le zèle éclairé et la philanthropie de nos exploitants de mines.

Dans toute la Grande-Bretagne et en France, il n'existe, près des exploitations de mines, que des caisses isolées de secours, sans lien entre elles, et analogues à celles que nous possédons sous le nom de *Caisses particulières de secours*, en opposition avec les caisses communes qui embrassent tout un ensemble d'exploitations.

En Allemagne, depuis plusieurs siècles, l'autorité a entendu que toute exploitation de mines eût sa caisse de secours et de pensions pour ses ouvriers. C'est le modèle que nous avons choisi lorsqu'en 1838 nous avons pris l'initiative pour provoquer l'établissement des caisses communes de prévoyance; mais, en préférant toutefois de laisser agir et se développer l'esprit de bienfaisance, nous avons pensé qu'il valait mieux faire un appel aux patrons en faveur de leurs ouvriers; que, s'il fallait enseigner à ces derniers l'économie et la prévoyance, nous ne pouvions nous faire entendre d'eux qu'en prenant leurs patrons pour intermédiaires; et c'est par ce mode qui réveille l'énergie individuelle de l'ouvrier et l'engage à pourvoir lui-même aux besoins de l'avenir, c'est en stimulant en même temps l'esprit de charité des patrons, que l'on est arrivé à ce résultat : durant l'année 1854, les pauvres ouvriers mineurs de Belgique ont versé dans leurs caisses de pensions et de secours une somme totale de fr. 988,069 47 c.; leurs patrons y ont ajouté une somme équivalant à plus du tiers, de fr. 365,805 39 c. En tout une somme de fr. 1,039,108 28 c. a été employée en pensions et secours.

Ce sont là les institutions, les résultats qu'il faut maintenir et perpétuer.

Que demandent à cet effet les exploitants de mines associés, et les protecteurs des caisses?

Uniquement l'adoption du projet de loi présenté par le Gouvernement à la Chambre des Représentants dans la séance du 26 janvier 1854. Ce projet de loi, formulé par le Conseil des mines, a eu l'approbation de toutes les commissions administratives des caisses. Il applique aux caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs les principes adoptés pour les sociétés de secours mutuels qui soumettent leurs statuts au Gouvernement et en obtiennent l'approbation.

Quels sont les motifs qui, d'abord, ont fait retarder la présentation de la loi réclamée depuis plusieurs années, et qui en font ensuite ajourner la discussion?

Nous avons regret de le dire; et est-ce une témérité de notre part de signaler ce vice général de nos institutions qui accuse une lenteur dommageable dans une foule d'améliorations?

Nous ne saurions donc trop engager le Ministre et les Chambres à presser l'adoption d'une loi qui se compose à peine de quelques articles, mais qui assurera l'avenir d'institutions précieuses pour la classe pauvre et malheureuse des ouvriers mineurs.

Bruxelles, le 15 novembre 1855.

CONSIDÉRATIONS

SUR

LA NATURE DES INCRUSTATIONS QUI SE FORMENT DANS LES CHAUDIÈRES A VAPEUR, ET SUR LES DIFFÉRENTS MOYENS PROPOSÉS POUR LES PRÉVENIR;

PAR M. E. VANDEN CORPUT,

CHIMISTE DU MUSÉE ROYAL DE L'INDUSTRIE.

Parmi les circonstances qui, en entravant le fonctionnement régulier des machines, font éprouver chaque jour des pertes réelles à l'industrie, la formation des incrustations sur les parois des chaudières à vapeur constitue sans contredit l'inconvénient le plus grave.

Ce mal résulte de la nécessité où l'on se trouve le plus ordinairement d'alimenter les générateurs avec des eaux de puits, presque toujours calcarifères; et les conséquences en sont telles, qu'il n'est guère de fabricant qui n'ait cherché à les prévenir, en ayant recours à quelques-uns des innombrables spécifiques proposés dans ce but.

Malheureusement, la plupart de ces prétendus arcanes ne rapportent de profit bien net qu'à ceux qui en exploitent le débit, et le plus souvent, s'ils n'échouent pas en pratique d'une manière complète, ils n'offrent que des résultats très-imparfaits, soit par défaut de discernement dans leur application, soit parce que la constitution réelle des incrustations n'a pas encore été suffisamment étudiée.

C'est ce qui nous a engagé à présenter sur cet important sujet les considérations qui vont suivre.

La plupart des eaux de sources, et même certaines eaux de rivière, dont on se sert pour alimenter les chaudières à vapeur, tiennent, comme on sait, en dissolution une quantité plus ou moins grande de sels terreux, notamment du sulfate et du carbonate calciques dont la présence s'explique par la nature des terrains que ces eaux traversent.

De là nécessairement aussi, la formation d'incrustations calcaires plus ou moins abondantes dans les chaudières où ces eaux sont vaporisées.

Les dépôts gypseux ou séléniteux qui se produisent dans quelques cas sont une conséquence de la solubilité restreinte du sulfate calcique, élément de certaines roches, qui se dissout dans les proportions de 0,254 parties pour 100 p. d'eau à +20°c., et de 0,217 p. seulement pour la même quantité d'eau à +100°c.

Mais le plus généralement, et c'est ce qui a lieu pour la plupart des eaux de la Belgique, le sulfate de chaux se trouve remplacé dans les sources par le *carbonate* de la même base, qui s'y maintient en dissolution à la faveur d'un excès d'acide carbonique.

Ces eaux carbonatées, de même que les eaux séléniteuses, ont toutes pour caractère de précipiter plus ou moins abondamment la solution de savon, les sels alcalins à acides gras qui constituent celui-ci se trouvant dans ce cas décomposés en sulfate ou en carbonate de potasse ou de soude, et en un savon à base calcique, insoluble, qui opalise la liqueur ou se rassemble en grumeaux vers sa surface.

De ce trouble plus ou moins abondant en raison de la proportion de chaux qui se trouvait dissoute, résulte un moyen volumétrique fort simple pour déterminer quelle est la teneur approximative d'une eau quelconque en sels calcaires.

Ce procédé essentiellement pratique, employé depuis longtemps par Clark en Angleterre, puis par Moser en Allemagne, et appliqué tout récemment d'une manière fort ingénieuse par MM. Boutron et Boudet, à leur excellente méthode hydro-

timétrique, peut, dans une multitude de cas, être mis à profit par les fabricants, afin de juger avec exactitude du degré de *crudité* des eaux qu'ils mettent en œuvre, ce qu'il importe dans la plupart des industries de bien connaître. Le procédé consiste à verser, goutte à goutte, dans un volume déterminé de l'eau dont il s'agit de faire l'essai, une solution alcoolique de savon à un titre déterminé contenue dans une burette graduée. On instille la liqueur savonneuse jusqu'à ce que, par suite de la décomposition complète des sels de chaux et de ceux de magnésie dont une faible trace accompagne d'ordinaire les premiers, l'on voie apparaître, lorsqu'on agite le liquide, une mousse persistante, indiquant que le savon alcalin n'est plus décomposé.

La proportion du coagulum qui s'est produit, ou plus exactement, la quantité de solution normale employée pour décomposer complétement les sels calcaires contenus dans un volume donné d'eau, quantité qui se lit par les degrés de la burette, indique nécessairement la proportion de chaux existant dans l'eau examinée.

Ces indications établies, voyons maintenant de quelle manière se produisent les incrustations, dans les générateurs alimentés par des eaux de la nature des précédentes.

La concentration continue qu'éprouve le liquide en se réduisant en vapeur dans la chaudière, et avant tout, lorsqu'il s'agit d'une eau carbonatée, le départ de l'équivalent d'acide carbonique qui tenait le carbonate de chaux en dissolution, déterminent le dépôt des sels calcaires contre les parois internes de la chaudière dont chaque aspérité sert de point d'attache et de centre de groupement aux molécules salines.

Bientôt ces molécules, par leur agrégation sur toute l'étendue de la surface métallique en contact avec l'eau, forment une croûte plus ou moins solide, plus ou moins dure, qui porte dans les usines le nom de *calcin*, et dont l'épaisseur va sans cesse croissant.

Aux causes d'incrustation qui précèdent, il faut joindre

encore cette autre circonstance déterminante : que les sels de chaux, par exception à la règle générale, sont, la plupart, moins solubles à chaud qu'à froid.

Toutes choses égales d'ailleurs, il est d'observation que les dépôts se forment beaucoup plus facilement dans les chaudières à basse pression, par suite de la lenteur même de l'évaporatiou qui permet mieux aux particules calcaires de se grouper, que dans les générateurs des machines à haute pression. (Debette).

Bientôt, chaque prise d'eau nouvelle apportant avec elle une quantité plus ou moins abondante de sels fixes, ces incrustations, qu'elles soient séléniteuses ou carbonatées, finissent par acquérir une épaisseur souvent considérable.

Elles forment alors à l'intérieur de la chaudière des couches calcaires dures et résistantes, qui diminuant, comme l'a démontré Kastner, la conductibilité calorique, entrainent des frais de combustibles plus considérables pour la production d'une même quantité de vapeur. La chaleur n'étant plus régulièrement transmise au liquide, les parois de la chaudière sont nécessairement surchauffées, et il en résulte une prompte détérioration de l'appareil.

De plus, lorsque par l'effet des changements brusques de température qu'elle éprouve, cette croûte vient à se fissurer et à se détacher en quelques endroits, l'eau mise tout à coup en contact avec les parois rougies du réservoir se transforme subitement en vapeur, et il peut en résulter une explosion.

L'on a cru pendant longtemps, et cette opinion est encore partagée par la plupart des chimistes, que le calcin des générateurs était exclusivement ou du moins en majeure partie constitué par du sulfate de chaux, en d'autres termes, qu'il reconnaissait constamment pour base la sélénite ou alabastrite.

C'est là une erreur fondamentale qu'il importe de détruire et qui ne peut avoir pris sa source que dans la manière dont se comporte la chaux carbonatée compacte ou craie ordinaire, en présence de l'eau dans laquelle on cherche à la

suspendre et dont on la voit se séparer bientôt, sans que ses molécules contractent entre elles la moindre cohérence.

Aussi, conclure de l'observation de ce fait vulgaire, que le carbonate calcique, lorsqu'il est précipité de sa dissolution, ne peut point pour sa part constituer la base de certaines concrétions, ce serait admettre une induction banale que la saine théorie, appuyée sur l'expérience et sur les données scientifiques, ne permet plus actuellement d'accepter.

Les considérations qui vont suivre tendent à le démontrer.

Mais il est, avant tout, nécessaire de rappeler ici quelles modifications profondes certaines différences de conditions, certains changements dans le mode d'agrégation moléculaire peuvent déterminer dans un même corps, sans que la nature intime de celui-ci soit sensiblement modifiée.

L'étude de la chaux carbonatée nous offre précisément, sous ce rapport, l'un des types minéraux les plus remarquables.

Or, indépendamment des résultats de l'analyse chimique qui confirment d'une manière directe cette vérité : que la plupart des calcins formés dans nos usines sont, en totalité, ou du moins en majeure partie, constitués par du carbonate calcique, ce sel que nous voyons revêtir un grand nombre d'états moléculaires différents, se rencontre, dans notre sol même, sous une forme qui offre la plus grande analogie avec les productions qui nous occupent, et la nature semble se complaire à mettre sous nos yeux une foule de phénomènes qui doivent nous conduire sur la trace de la constitution réelle des incrustations et du mode véritable de leur formation.

Il suffit, en effet, de considérer ces couches épaisses et remarquablement dures, formées par les *tufs de carbonate calcaire* qui se déposent dans le bassin de certaines sources calcarifères carbonatées, pour se convaincre que cette substance est susceptible, sous certains états moléculaires, de se concréter en masses dont la dureté est bien supérieure même à

celle des dépôts analogues que forme la chaux sulfatée.

L'infiltration des eaux qui traversent les terrains crayeux à travers la voûte des grottes ou des cavités souterraines, nous montre d'ailleurs un exemple remarquable de dépôts d'un carbonate calcique analogue au calcin, dans la formation des stalactites et des stalagmites qui encombrent les cavernes de la Belgique. C'est aussi d'une façon semblable que s'est produite cette immense couche de chaux carbonatée saccharoïde, si recherchée pour sa dureté et sa blancheur, qui constitue l'albâtre d'Antiparos.

De même encore, dans tout le parcours des anciens aqueducs romains qui, des hauteurs de l'Eifel descendaient, d'une part, jusque vers Cologne, de l'autre vers Trèves, on trouve des dépôts de tufs d'une telle épaisseur que l'on en a taillé des colonnes qui ornent quelques églises des environs.

Or, ces concrétions séculaires formées par l'accumulation des sels qu'ont abandonnés les eaux de sources en s'écoulant incessamment par ces conduits, sont exclusivement composées de carbonates terreux.

Il résulte, en effet, de l'analyse qui en a été faite par le docteur G. Bischof, professeur de chimie à l'Université de Bonn, que ce dépôt a pour composition :

Carbonate calcique	99,35
» magnésique	1,20
Oxyde ferrique.	0,13
	100,68

Depuis l'époque où cette analyse fut exécutée par notre savant et illustre maître, nous avons pu nous convaincre que l'excès de 0,68 centièmes que présente la somme des dosages de ce tuf, s'explique par la présence d'une minime quantité de silice, dont la séparation avait été négligée par M. Bischof, l'acide carbonique n'ayant pas été déterminé par voie directe.

Chacun connait également cette propriété remarquable que possèdent les eaux de la cascade de Tivoli, de laisser

déposer sur les corps que l'on y plonge des incrustations de travertin (*lapis tiburtinus* des anciens), dont l'accumulation en tufs carbonatés d'une épaisseur considérable, dans les bassins environnants, a fourni la plus grande partie des matériaux du Colysée de Rome.

Dans les environs de Gœttingen, les meuniers sont forcés de dégager de temps à autre les auges de leurs moulins à eau des incrustations de carbonate calcique dont elles se couvrent très-promptement.

C'est de la même manière enfin que se produisent les dépôts si durs et si solides des sources thermales de Carlsbad et de Saint-Allyre. L'espèce d'arche qu'a formée cette dernière près de Clermont-Ferrand et à laquelle on a donné le nom de *Pont de Saint-Allyre*, est, d'après les recherches de M. Girardin, presque entièrement composée de carbonate de chaux. D'autre part, l'analyse d'un échantillon du dépôt (*kesselstein*) du *sprüdel* de Carlsbad, nous a donné 96,47 p. c. pour la proportion de carbonate de chaux, à l'exclusion complète de toute trace de sulfate.

Nous avons constaté de plus, que la dureté de cette concrétion était la même que celle de l'arragonite, c'est-à-dire de beaucoup supérieure à celle du gypse.

Tous les faits qui précèdent et que nous avons rapportés à l'appui de l'analogie avec ce qui se passe dans les chaudières à vapeur, trouvent une interprétation bien simple et toute naturelle lorsque l'on rapproche des renseignements que fournit la chimie les données géologiques résultant de la connaissance du sol.

Les propriétés minérales des sources étant uniquement dues aux substances que les eaux météoriques imprégnées d'acide carbonique rencontrent dans leur trajet souterrain, il est facile de concevoir que celles qui filtrent à travers les couches supérieures des formations sédimenteuses de la Belgique, et qui se minéralisent en traversant des terrains délayés de silice ou d'alumine et de chaux carbonatée, ne

peuvent également abandonner dans les chaudières que des concrétions de même nature, et constituées en raison du degré de solubilité de ces substances.

Le mode d'agrégation des molécules de carbonate calcique primitivement dissous que déposent les eaux des terrains crétacés, est aussi essentiellement analogue dans ces circonstances à celui des tufs et des travertins, et c'est ce qui explique leur texture dense et serrée bien différente de l'aspect terreux que présentent les dépôts de craie coquillière.

L'état compact pulvérulent fait place ici aux divers états plus ou moins concrétionnés ou saccharoïdes qui caractérisent les incrustations formées par le carbonate calcique hydraté précipité de sa dissolution acide.

De plus, quant à la dureté, le carbonate de chaux abandonné sous cette forme moléculaire se rapproche infiniment des variétés ordinaires du marbre ou de l'albâtre calcaire, tandis que les plâtras résultant des dépôts gypseux présentent infiniment moins de ténacité et sont d'une cohérence beaucoup plus faible qui suffirait même pour distinguer leur différence de nature.

Cette dernière circonstance vient donc corroborer encore l'opinion que nous avons précédemment émise et que nous pensons avoir assise sur des preuves irrécusables.

En effet, *la dureté* moins grande que présentent les calcins formés par le sulfate calcique, comparativement à celle des calcins carbonatés, s'accorde parfaitement avec la différence correspondante que présente l'alabastrite ou albâtre gypseux, dont le degré de dureté n'est dans l'échelle que de 1,50 à 2, tandis que la dureté relative du spath d'Islande (*chaux carbonatée rhomboèdrique*) est de 3, et celle de l'arragonite (*chaux carbonatée prismatique*) de 3,50, c'est-à-dire qu'elle raie les deux premiers.

Or, nous verrons plus loin que ce dernier caractère est également propre aux tufs des chaudières de la plupart des usines de la Belgique.

Mais il est d'autres propriétés qui distinguent en outre, essentiellement ces deux espèces de concrétions. Ainsi les incrustations à base de carbonate calcique se reconnaissent encore de celles que déposent les eaux dites *séléniteuses*, en ce que ces dernières, plus blanches en général, et offrant une surface plus lisse, présentent dans leur cassure une texture cristalline, et surtout, parce que traitées par un acide étendu, elles ne donnent point une effervescence manifeste.

Les calcins formés par le carbonate calcique ont, au contraire, une texture dense, une cassure grenue ou confusément cristalline à stratifications plus ou moins nombreuses. Ils sont rugueux ou mamelonnés à leur surface, souvent colorés en gris ou en brun sale par des traces variables d'oxyde ferrique, et produisent une vive *effervescence* lorsqu'on les traite par un acide.

Ce sont ces derniers caractères que présentent les calcins de presque toutes nos chaudières, surtout à Bruxelles, par la raison que les eaux de cette localité, de même que celles de la plupart des sources de la basse Belgique, sont minéralisées par le *carbonate de chaux*, accompagné d'un *minimum* de carbonate magnésique et parfois de sels ferreux. Elles renferment aussi, en général, des chlorures et des silicates alcalins, ainsi que des traces d'alumine.

Les eaux des puits de Bruxelles, provenant de la couche aquifère supérieure qui filtre à travers la formation éocène constituant l'étage de sable calcareux du terrain bruxellien, et qui s'écoule à la surface de l'assise imperméable de glaise que l'on voit affleurer dans la vallée de la Senne, ne rencontrent guère de terrains gypseux sur leur passage, et ne peuvent, par conséquent, contenir qu'une très-faible trace de sulfates provenant du lavage de la faible couche d'humus ou de terreau organique qui revêt la surface du sol et constitue la terre arable.

Il en est de même des eaux de la plupart des autres loca-

Mais i [illegible] ipitation du essentiellement [illegible] rs par suite incrustation [illegible] part de l'acide encore de [illegible] les chaudières ce que ce [illegible] ans les condi- une surface [illegible] ture cristalline [illegible] ur ces eaux de acide [illegible] e à laquelle se mêle. [illegible] at concrétionné

Les [illegible] me dans les tufs traire. [illegible] particules sont, ment cristalline [illegible] sorte cimentées Ils sont [illegible] ydes hydratés qui colorés [illegible] d'oxyde [illegible] manière de sa dis- qu'on [illegible] lit, des concrétions

Ce [illegible] lline, à fibres fines de [illegible] me l'a montré M. le [illegible] e de l'*arragonite*. Ces [illegible] de ce minéral, le gypse [illegible] par [illegible] de [illegible] uses que nous venons [illegible] une fois, d'une manière [illegible] aux doit, dans un très- [illegible] issance à des incrustations [illegible] et quelquefois même plus [illegible] us rares d'ailleurs, qui sont [illegible]

l'on [illegible] ulent nécessairement aussi des [illegible] ivement au choix et à l'appli- par [illegible] opposer à la formation de ces [illegible] nt à la négligence ou au défaut [illegible] il faut attribuer la cause principale [illegible] non-réussites. A plus forte raison, [illegible] de ne point perdre de vue ces faits [illegible]

lités de la Belgique. Les dépôts qu'elles fournissent ne diffèrent guère que par la proportion plus ou moins grande du carbonate de chaux ou de l'oxyde ferrique. Ce dernier principe est le plus sujet à varier et fait parfois complétement défaut.

Je possède dans mes collections un échantillon de calcin, type des incrustations formées par les eaux du terrain bruxellien, qui, traité par un acide, produit une effervescence très-vive, et réunit tous les autres caractères que nous avons assignés aux concrétions carbonatées. Ce dépôt tuffeux est essentiellement constitué par du carbonate calcique accompagné d'un peu d'alumine et de silice. Il ne renferme qu'une trace de sulfate tellement insignifiante, eu égard à la proportion du carbonate calcique, qu'elle est complétement incapable d'expliquer la cohésion de cette concrétion, dont la dureté est d'ailleurs telle qu'elle raie le gypse et même le spath d'Islande.

Les eaux de Paris et de ses environs qui sont presque toutes séléniteuses, produisent, au contraire, des calcins gypseux. C'est ainsi que celles de Belleville et de Ménilmontant ont présenté, par litre, dans l'analyse qu'en ont faite MM. Boutron et Henry, 2^{gr},520 de résidu presque entièrement formé de sulfate de chaux.

Les faits que nous venons de développer établissent donc, d'une manière péremptoire, la preuve de cette vérité, confirmée d'ailleurs tout récemment encore par les expériences du docteur Ellsner, arcaniste de la Manufacture royale de porcelaines de Berlin : *que le calcin des chaudières n'est pas seulement produit par le gypse*, ainsi qu'on l'a supposé longtemps, *mais que la plupart de ces produits sont constitués surtout par le carbonate de chaux*, dont les particules hydratées s'agglomèrent à la faveur de l'interposition d'un *minimum* de silice, d'alumine, ou d'oxyde ferrique, coexistant dans la plupart des eaux terrestres et qui se précipitent en même temps que la craie à l'état hydraté.

Il importe d'ailleurs de remarquer que la précipitation du tuf qui se dépose sur les parois des générateurs par suite de la concentration continue des eaux et du départ de l'acide carbonique, est bien loin de se produire dans les chaudières comme elle se formerait à la température et dans les conditions atmosphériques ordinaires.

La pression constante qu'exerce la vapeur sur ces eaux de plus en plus concentrées, et la température à laquelle se forme le dépôt, expliquent suffisamment l'état concrétionné et la dureté remarquable que prend ici, comme dans les tufs de Carlsbad, le carbonate de chaux, dont les particules sont, comme nous venons de le dire, en quelque sorte cimentées par des traces plus ou moins notables d'oxydes hydratés qui les agglutinent.

Le carbonate calcique précipité de cette manière de sa dissolution, forme, ainsi que nous l'avons dit, des concrétions d'une texture parfois confusément cristalline, à fibres fines agglomérées, qui les rapproche, comme l'a montré M. le professeur Rose de Berlin, de la forme de l'*arragonite.* Ces concrétions raient aussi, à la manière de ce minéral, le gypse et même le spath d'Islande.

Le concours de preuves nombreuses que nous venons d'examiner démontre donc encore une fois, d'une manière évidente, que le carbonate de chaux doit, dans un très-grand nombre de cas, donner naissance à des incrustations tout aussi dures ou résistantes et quelquefois même plus ténaces que celles, beaucoup plus rares d'ailleurs, qui sont produites par le gypse.

De cette démonstration découlent nécessairement aussi des indications plus précises relativement au choix et à l'application des moyens propres à opposer à la formation de ces dépôts; car c'est évidemment à la négligence ou au défaut de pareilles indications qu'il faut attribuer la cause principale et la plus ordinaire des non-réussites. A plus forte raison, est-il d'un haut intérêt de ne point perdre de vue ces faits

fondamentaux dans la recherche des moyens qui ont pour but de prévenir la formation des calcins.

Quelle que soit d'ailleurs la nature de ceux-ci, l'on est forcé d'enlever fréquemment ces croûtes terreuses en nettoyant ou râclant l'intérieur de la chaudière à bras d'homme, ce qui ne se fait qu'avec grande difficulté et non sans préjudices de temps et de matériel. De là aussi les nombreux moyens préventifs que l'on a cherché à introduire dans la pratique.

Mais avant de passer en revue les différents procédés indiqués dans le but de prévenir ces incrustations qui détériorent rapidement les machines si universellement appliquées aujourd'hui à l'industrie, il est, d'après ce que nous venons d'établir, indispensable d'enseigner à l'industriel qui a recours à l'emploi de la vapeur, comment il peut, d'une manière facile, apprécier la nature du sel qui minéralise ses eaux d'alimentation, puisque ce n'est que de l'application rationnelle du remède que peut dépendre le succès.

Le moyen le plus simple et, par conséquent, le plus pratique, pour apprécier si l'eau dont on veut faire usage est minéralisée par le gypse ou par le carbonate de chaux, est, après l'examen direct du dépôt, de comparer les résultats fournis par l'instillation de la solution savonneuse dont nous avons déjà indiqué l'emploi, dans deux volumes égaux de la même eau, mais dont l'un aura été préalablement soumis à l'ébullition et filtré. La quantité de savon nécessaire pour obtenir une mousse persistante dans l'eau bouillie sera presque nulle ou de beaucoup inférieure relativement à l'eau crue, si celle-ci est minéralisée par la chaux carbonatée.

Les épreuves seront au contraire les mêmes dans les deux cas lorsque l'eau sera minéralisée par le gypse. Elles se correspondraient également si, comme il peut arriver, la chaux se trouvait à l'état de chlorure de calcium ; mais comme dans cette circonstance, d'ailleurs assez rare, l'extrême solubilité de ce sel ne permet pas la formation d'un calcin, nous n'avons pas ici à nous en occuper.

L'ouvrier pourra donc, par une simple évaluation comparative de ces deux épreuves, déterminer la qualité de l'eau qu'il emploie, d'une manière empirique, il est vrai, mais suffisamment exacte, pour qu'il puisse se guider, d'après ces données, dans le choix des moyens qui lui sont présentés pour prévenir les incrustations.

Parmi ces innombrables moyens, les uns opèrent exclusivement par voie *mécanique*, c'est-à-dire qu'ils produisent des frottements ou des chocs qui divisent le dépôt, en déterminant, pendant l'ébullition de l'eau, une agitation continuelle qui trouble l'agrégation des sels calcaires et s'oppose à leur solidification en couches continues.

D'autres n'agissent que comme *interposants*, c'est-à-dire en s'opposant, par la consistance visqueuse que leur dissolution communique à l'eau, à la cohésion des molécules devenues insolubles. Ce sont, en général, des substances capables de lubréfier, en quelque sorte, les particules calcaires au fur et à mesure de leur précipitation, et d'empêcher ainsi la cohésion de ces particules entre elles et avec les parois de la chaudière.

Enfin les autres ingrédients exercent une action soit exclusivement, soit partiellement *chimique*.

On peut donc, à l'exemple de M. Payen, classer dans les trois catégories précédentes les divers procédés qui ont été proposés jusqu'à présent; mais il est évident que plusieurs d'entre eux ont des effets complexes ou offrent au moins des résultats mixtes; aussi ne peut-on considérer cette division que comme simple moyen de coordonner l'étude qui nous occupe.

Parmi les procédés mécaniques, ou de la première classe, l'un des plus directs comme des plus économiques, et qui est applicable, comme tous ceux d'ailleurs de cette catégorie, à toute espèce d'eau, est la pratique proposée, il y a quelques années, par M. Itzigsohn à la Société polytechnique de Berlin. Ce procédé consiste tout simplement à introduire dans la

chaudière, jusqu'à la hauteur d'environ 2 centimètres du fond, un certain nombre de petits *cailloux* du volume d'une noisette.

Des *rognures de fer-blanc* ou de *tôle* ont eu le même effet.

Le mode d'action de ces substances s'explique, du reste, comme celui de la plupart des agents mécaniques, par une sorte de grattage que sollicite l'ébullition de l'eau; mais ces corps durs et rugueux ont le grand inconvénient de produire l'usure rapide du fond de la chaudière.

De tous les agents appartenant à la seconde classe, c'est-à-dire aux interposants, les plus usités sont : la *terre glaise* ou *argile* bien lavée, la *fécule de pommes de terre* [1], le *son des céréales*, ainsi que les *extraits de différents bois colorants*.

C'est particulièrement pour les chaudières de machines à haute pression que ces moyens peuvent éloigner la nécessité du nettoyage à la main, surtout si l'on prend soin de chasser régulièrement les dépôts produits par l'intervention de ces agents pendant que le générateur est en pression. On peut, de cette manière, expulser au dehors la matière boueuse qui s'est formée, à peu près comme on le fait au moyen des pompes de Maudslay employées pour balayer le dépôt salin des chaudières de bateaux à vapeur alimentées par l'eau de mer.

Les agents que nous venons d'indiquer, de même que tous ceux qui exercent une action interposante, sont indistinctement applicables aux eaux séléniteuses comme à celles qui contiennent des carbonates.

Pour les premières, c'est-à-dire pour les eaux minéralisées par le sulfate calcique, M. le baron Thénard, le premier, a spécialement recommandé comme moyen chimique, l'emploi

[1] L'usage de cette substance, qui de tous les agents est peut-être le plus vulgairement employé, et qui distrait ainsi de la consommation une quantité assez notable de matière alimentaire, date de l'année 1820. Ce fut à cette époque qu'un ouvrier anglais, ayant oublié, dans sa chaudière, quelques pommes de terre qu'il y avait mis cuire, remarqua, le premier, la propriété que possédait la fécule d'empêcher la formation du calcin.

du *carbonate de soude* ou de *potasse*, qui depuis a été aussi préconisé par M. Fresenius. Mais cette substance ne prévient le mal qu'en partie et n'est guère utile pour les eaux qui renferment du carbonate de chaux, lequel constitue, ainsi que nous l'avons démontré, la base ordinaire des incrustations pour la plupart des eaux.

D'après M. Kulmann, il suffirait néanmoins, pour prévenir même la formation des tufs carbonatés, d'une addition de 0,6 à 0,9 de carbonate de soude par mois, dans un générateur donnant 300 kilog. de vapeur par jour. Selon ce chimiste, le carbonate sodique précipite, dans ce cas, le carbonate de chaux, en s'emparant de l'acide carbonique libre qui tenait celui-ci dissous, et en se transformant à son tour en *bicarbonate*. Ce dernier laisserait ensuite, par l'ébullition, se dégager une partie de l'acide demi-combiné, puis en reprendrait de nouveau à l'eau fraichement introduite dans le réservoir, pour le perdre bientôt sous l'influence d'une élévation nouvelle de température, de telle sorte que la même action se continuerait ainsi d'une manière alternative. (Payen.)

Quelque ingénieuse que soit cette explication, les faits, en ce qui concerne ce moyen, ne répondent cependant pas aux résultats voulus, et la formation du tuf calcaire à l'état concrétionné n'en est guère empêchée.

M. le professeur Chandelon, de Liége, a, depuis quelques années, modifié et perfectionné ce moyen de façon à réunir à l'action des sels de soude, les avantages résultant de l'emploi des fécules et d'une substance albumineuse capable d'entraîner dans sa coagulation les particules calcaires abandonnées par l'eau.

Ce chimiste distingué a recours, dans ce but, au mélange suivant :

Sang de bœuf.	5	kilog.
Fécule.	2	»
Carbonate sodique. .	2	»

Il prescrit de dissoudre d'abord, à une douce chaleur, le carbonate alcalin dans le sang, puis d'y mélanger la fécule. On obtient ainsi, par refroidissement, une masse rouge pulvérulente.

Les quantités plus haut indiquées suffisent avec des eaux moyennement impures, pour une machine de 60 chevaux, pendant une quinzaine.

D'après l'auteur de ce procédé, le carbonate sodique décomposant les sels de chaux, le carbonate calcique produit est tenu en suspension par la fécule et surtout par l'albumine du sang. L'adhérence de la chaux aux parois de la chaudière serait donc ainsi complétement empêchée.

Mais l'un des agents chimiques qui théoriquement paraîtraient devoir répondre aux indications les plus rationnelles pour prévenir la formation des incrustations à base d'arragonite ou de sélénite, est le *sel ammoniaque* (*chlorhydrate ammonique*), qui donne naissance, par double décomposition, d'une part, à du chlorure de calcium, de l'autre à du carbonate ou à du sulfate ammonique, tous sels d'une très-grande solubilité.

C'est cette propriété qui avait fait, il y a plusieurs années déjà, proposer le chlorhydrate d'ammoniaque par le docteur Ritterbrandt, en Prusse, comme moyen propre à être employé pour *toute espèce* d'eau de source.

Plus récemment encore, ce même sel a été de nouveau recommandé par MM. Robbé et Scheffer, comme l'un des agents les plus propres à prévenir, en toutes circonstances, les incrustations des chaudières.

Toutefois, le reproche que l'on peut faire à cette substance, c'est qu'à la longue elle attaque le fer qui constitue les parois de la chaudière et compromet par conséquent la solidité de celle-ci. C'est aussi cet inconvénient grave qui, comme nous le démontrerons plus loin, doit en faire rejeter l'usage, de même que celui de l'*alun* qui tendrait aussi bien que les chlorures à rendre les eaux *corrosives*.

Ce n'est donc pas encore là l'agent qu'il importerait tant de trouver pour servir dans les diverses conditions de minéralisation des eaux et dont la nécessité se fait sentir surtout à l'égard des machines locomotives qui s'alimentent, chemin faisant, à des eaux de nature très-différente : ici tuffeuse, là séléniteuse : bien que l'intermittence du travail de ces machines permette pour leur chaudière un nettoyage à la main plus facile que pour les machines fixes.

La pomme de terre et ses différents succédanés présentent bien l'avantage de convenir indistinctement pour toute espèce d'eau, mais ces substances ne préviennent guère les incrustations d'une manière complète : elles n'agissent point par décomposition moléculaire et n'exercent pas par conséquent une action en quelque sorte nécessaire.

Quoi qu'il en soit, partant sans doute de la remarque faite il y a quelques années, que, dans l'emploi des matières amylacées comme préventives des incrustations, l'amidon se trouve rapidement converti en dextrine et que, après un temps très-court, l'iode ne fait plus reconnaître la présence de la fécule dans l'eau des chaudières, l'on a proposé l'emploi direct, comme substance visqueuse interposante, de la dextrine ou de la *mélasse*, puis d'un mélange de 30 kilog. *sirop incristallisable*, avec 1 kilog. de *sel ammoniaque*. Mais ces matières offrent le fâcheux inconvénient d'*encrasser* les soupapes ou les conduits de la vapeur et de ternir les tubes indicateurs.

On a également recommandé le *moût de bière*, qui n'agit très-probablement encore que par le sucre qu'il fournit, celui-ci augmentant, comme on sait, la solubilité de la plupart des sels de chaux (Kastner).

C'est enfin la même substance qui forme la base de la liqueur vendue sous le nom de *lithophage*, pour prévenir l'incrustation des chaudières, et qui n'est autre qu'une solution concentrée de dextrine obtenue en traitant l'amidon par de l'acide sulfurique.

Indépendamment des substances que nous venons d'énumérer, le *tannin* constitue encore la base d'une foule de préparations vendues à gros bénéfices aux propriétaires de machines, mais qui ne répondent que assez imparfaitement d'ordinaire, aux pompeuses promesses de leurs inventeurs.

Des écorces et des *bois de différente essence*, réduits en poudres ou en extraits, ont été employés dans ce but avec plus ou moins d'avantages. Mais ces dernières préparations agissent bien plus par les matières extractives ou visqueuses qu'elles renferment et qui rapprochent leurs effets de ceux de la pomme de terre ou de ses analogues, que par la présence de l'acide tannique, dont l'action chimique ne pourrait s'exercer tout au plus que sur le carbonate de chaux, en le transformant en un tannate tout aussi peu soluble que le sel primitif et plus susceptible d'ailleurs de se former en masse solide.

Quant au *tan* et aux écorces réduites en poudre grossière, ces substances végétales fournissent des matières solubles semblables aux précédentes, mais leur action ultime est alors surtout mécanique. Celle-ci est déterminée par l'ébullition de l'eau qui agite les débris de fibres végétales et s'oppose ainsi à l'adhérence des particules calcaires aux parois de la chaudière, à peu près comme le ferait une brosse continuellement en mouvement.

C'est ce qui nous explique comment M. Cavé a pu remplacer ces divers ingrédients par la simple introduction dans les chaudières de quelques *éclats de bois* (*copeaux de chêne*), qui rentrent évidemment dans la catégorie des agents mécaniques.

C'est par une action complexe, participant à la fois des agents qui précèdent, c'est-à-dire en même temps comme interposant ou lubréfiant et comme corps mécanique, que l'on pourrait encore espérer quelques bons résultats de la *betterave*, dont on a récemment proposé l'emploi. Tandis que, d'une part, le sucre que contient cette racine agirait

comme interposant, d'un autre côté, le ligneux qui constitue la trame ou le squelette de la betterave agirait en balayant les parois de la chaudière. De plus, les acides malique et pectique, ainsi qu'un peu de caséine et de matière gommeuse, qui sont contenus dans le suc de cette racine, se combinant à une partie de la chaux, donneraient naissance à un précipité insoluble qui resterait adhérent à la fibre ligneuse ou serait entraîné avec les écumes dans le réseau formé par la coagulation d'une petite quantité d'albuminate calcique qui doit également se produire.

On peut, par conséquent, reprocher à cette substance le même inconvénient qui constitue le principal motif d'exclusion de l'*albumine :* celui d'encrasser les tubes indicateurs par les écumes qu'elle produit.

En effet, l'introduction dans les chaudières des matières albumineuses qui ont été proposées, soit seules, soit mélangées avec d'autres substances, dans le but d'entraîner par une sorte de clarification les particules de chaux rendues insolubles, présente avant tout l'inconvénient de donner lieu à la formation d'une écume abondante. Mais de plus, il est évident que la coagulation de l'albumine s'opérant dès la première impression de la chaleur, le réseau que forme ce corps en se coagulant, ne peut entraîner qu'une partie des sels calciques qui ne se déposent qu'à mesure de la concentration de l'eau ou du départ de l'acide carbonique, et dont la proportion augmente à chaque nouvelle charge reçue par le générateur.

Nous venons de terminer la revue de la plupart des agents qui ont été proposés pour prévenir le dépôt des matières incrustantes dans les chaudières à vapeur. En discutant leur valeur réelle au point de vue pratique, c'est-à-dire autant que possible en dehors des spéculations trop souvent stériles de la théorie pure, nous avons dû nécessairement signaler en même temps que les avantages, les inconvénients que présente chacun d'eux.

Ce n'est que d'une semblable discussion, en effet, que peut résulter une appréciation rationnelle des innombrables spécifiques, parmi lesquels il est en général assez difficile pour l'industriel de fixer son choix, sans une connaissance exacte de la nature des incrustations et du mode d'action des remèdes prescrits.

Quant aux proportions dans lesquelles il convient d'employer ces différentes substances, leur quantité est nécessairement relative à celle de la chaux qui se trouve contenue dans l'eau mise en œuvre; mais elle dépend, en outre, surtout en raison de la nature même de l'agent, de diverses circonstances que, dans la pratique, il n'est guère possible de soumettre à un calcul déterminé ou à des données exactes.

L'appréciation simplement empirique de ces quantités n'est donc possible qu'au fabricant lui-même ou à un ouvrier intelligent, à qui, d'ailleurs, bien peu d'habitude sera nécessaire pour connaître bientôt par tâtonnement et d'une manière suffisamment exacte, quelles sont les proportions les plus convenables de l'agent à mettre en usage.

Voici pourtant, d'après M. Payen, les quantités des différentes substances ci-dessous qu'exigerait, par mois, un générateur produisant 300 kilog. de vapeur par jour et alimenté par de l'eau à demi saturée de sulfate calcique :

Glaise	6	kilog.
Son	1,5	»
Sirop de fécule	1,5	»
Extraits de bois colorants .	0,1	»
Rognures métalliques . . .	20	»
Carbonate sodique	3	»
» potassique . . .	3,5	»

Suivant le même chimiste, qui a eu principalement en vue les eaux séléniteuses de Paris, ce sont parmi ces substances les carbonates alcalins et les rognures métalliques qui pa-

raîtraient mériter la préférence, les autres agents ayant l'inconvénient de rendre, comme nous l'avons vu, le liquide plus ou moins visqueux, et de le faire élever en mousse dans les tubes.

Mais de tous les moyens qui, dans ces derniers temps, ont été préconisés, particulièrement pour les machines fixes, c'est le procédé encore peu connu de M. Sibbald qui semble offrir les avantages les plus réels pour prévenir la formation du calcin, quelle que soit d'ailleurs la nature de l'eau dont on fait usage.

Telle est aussi l'opinion émise par le docteur Elssner, dans ses récentes études sur l'important sujet qui nous occupe. Ce procédé, qui n'est autre d'ailleurs que celui de M. Newton, que déjà Kennedy avait fait connaître, repose sur l'emploi d'un mélange auquel M. Sibbald donne le nom de *métalline*, et qui est formé de :

Graphite pulv.	1	partie.
Suif.	1	»
Poussier de charbon de bois .	1/8	»

Ce mélange, amené en consistance de vernis gras, par l'addition d'une suffisante quantité d'huile ou de goudron, est étendu à l'aide d'un pinceau en couche mince sur toute la surface intérieure de la chaudière.

Lorsque déjà celle-ci se trouvait être encroûtée de calcin, l'application du vernis détermine, au bout de quelques jours, un décollement du dépôt calcaire, qui s'écaille par plaques et tombe au fond du générateur.

Dans les chaudières neuves ou dans celles dont les parois ont été préalablement décapées, cette composition adhère avec force. Son application ne demande à être renouvelée qu'une fois environ tous les quinze jours, et il est bon de faire cette opération à chaud, ou du moins de la pratiquer avant le complet refroidissement du générateur, afin de faciliter la dessication plus prompte du vernis.

L'emploi de ce composé, que j'ai eu occasion déjà de con-

seiller à quelques industriels qui paraissent s'en être bien trouvés, donne lieu à un assez singulier phénomène ; c'est la formation de concrétions arrondies, de la grosseur d'une aveline, ordinairement boursoufflées de vides dans leur intérieur qui est formé d'un noyau noirâtre de matières grasses et charbonneuses, autour duquel se groupent les particules calcaires à mesure qu'elles se déposent. Les *agglomerats* ainsi produits et qui surnagent le plus souvent à l'eau, s'arrondissent et prennent une forme sphéroïdale par suite du mouvement continuel du liquide. Ce phénomène m'a paru présenter une frappante analogie avec la production des *pisolithes*, que l'on voit se former et s'accroître par couches successives dans les eaux de certaines sources calcaires carbonatées, telles que celles de Carlsbad en Bohême ou de San-Felippo en Toscane ; et c'est là encore une analogie de plus en faveur de la théorie que nous avons développée au commencement de ce travail, et à l'appui de laquelle concourent tant de preuves.

La métalline agit donc évidemment comme les agents de la seconde classe, c'est-à-dire comme interposant. Son action est d'autant plus efficace que la matière grasse qui en est la base, en fusant lentement le long des parois de la chaudière, enveloppe les particules calcaires qui glissent sur celles-ci et les entraîne par sa légèreté spécifique à la surface du liquide, où elles surnagent en masses arrondies qui laissent parfaitement claire et limpide l'eau du générateur.

Le procédé qui a été proposé par M. Ashworth repose sur un moyen analogue au précédent ; seulement il a recours à un mélange plus grossier de *farine de lin* et de *goudron de houille*, broyés avec une faible proportion de *graphite* et de *savon mou*.

Cependant ce moyen, de même que le premier, exigeant pour son application le chômage de la machine pendant un certain temps, entraîne nécessairement pour les usines des pertes pécuniaires assez importantes pour qu'il soit quelquefois préférable de recourir à l'un des agents d'une applica-

tion plus simple, que nous avons précédemment indiqués.

Quant à l'emploi de l'*alun*, cité plus haut comme ayant aussi été proposé pour prévenir les incrustations, ce moyen, qui paraît n'être qu'une imitation de l'*alunage*, auquel on a recours, dans quelques localités, pour *clarifier* certaines eaux bourbeuses chargées de matières *organiques*, donne lieu, par son mélange avec l'eau des chaudières, à des inconvénients consécutifs des plus sérieux.

Il résulte, en effet, de l'addition de ce sel, que l'on transforme en eaux *corrosives* celles qui n'étaient jusque-là que calcaires, et que l'on obtient ainsi des eaux assez analogues à celles qui sont extraites de certaines mines par les machines d'épuisement, et dont une partie sert à l'alimentation des chaudières de ces mêmes machines.

Or, on sait que les règlements administratifs exigent, au moins en France, que ces eaux, vu les inconvénients graves qu'elles présentent, soient préalablement soumises à la distillation ou à toute autre opération efficace capable de les dépouiller des sulfates métalliques et particulièrement du *sulfate d'alumine* qu'elles renferment en assez grande abondance.

Ces dispositions réglementaires sont justifiées par des faits, qui ont prouvé les dangers d'explosion résultant de l'usage prolongé de pareilles eaux pour l'alimentation des générateurs.

Les recherches de M. Lechâtelier ont démontré à cet égard qu'après leur concentration dans les chaudières, ces eaux ne renferment plus ni alumine ni peroxyde de fer, mais qu'elles se trouvent, en échange, chargées de sulfate de protoxyde de cette dernière base, qui, dans certaines circonstances, n'existait pas dans l'eau d'alimentation, et provient évidemment de la chaudière elle-même.

C'est ce qui doit immanquablement avoir lieu aussi par l'emploi direct de l'alun, que l'on ajouterait à l'eau dans le but, mal établi d'ailleurs, de prévenir le calcin.

En présence du fer métallique qui constitue les parois du générateur, le sulfate d'alumine ou de peroxyde de fer, s'il en existe, se décompose en oxyde qui se précipite, et en acide sulfurique libre qui transforme le carbonate de chaux en sulfate également peu soluble, ou dissout une quantité correspondante de fer aux dépens des parois de la chaudière, en formant un sulfate de protoxyde de ce métal.

Lorsque ensuite on introduit dans la chaudière de nouvelle eau qui tient toujours une certaine quantité d'oxygène en dissolution, ce gaz réagit sur le sulfate de protoxyde de fer formé, en donnant lieu à la précipitation d'une proportion correspondante de peroxyde, et consécutivement, à la dissolution d'une nouvelle quantité de fer métallique par l'acide sulfurique qui a déjà réagi. (Debette.)

Or, la détérioration lente des chaudières, par suite de cette action incessante, indépendamment des dépenses considérables et des pertes de temps qu'elle occasionne, peut devenir encore une cause d'accidents graves. Car il peut arriver que la tôle n'offrant plus assez de résistance, il y ait rupture violente du générateur, avec projection de ses parties sous une tension de vapeur qui ne serait pas supérieure même à la charge des soupapes de sûreté.

Ainsi que l'on aura pu s'en convaincre déjà par les considérations détaillées dans lesquelles il nous a paru nécessaire d'entrer afin de passer en revue, d'une manière utile pour la pratique, les nombreux moyens qui ont été proposés en vue de prévenir l'incrustation des chaudières à vapeur, aucun de ces procédés, quelque variés qu'ils soient, ne réalise d'une façon parfaite les conditions complexes auxquelles il s'agit de pourvoir. Aucun n'est entièrement exempt de quelque désavantage, et tous, à côté de certains succès, présentent des inconvénients plus ou moins graves que nous avons eu soin de faire ressortir.

Aussi, dans cet état de choses, le fabricant a-t-il à choisir parmi ceux des agents que nous avons fait connaître comme

les plus convenables, celui qui, dans sa localité, lui offre le plus d'économie, et qui s'adapte le mieux à la nature des eaux dont il dispose ainsi qu'aux conditions dans lesquelles il se trouve.

Mais de tous les procédés capables de prévenir les incrustations, le seul parfaitement efficace, et le meilleur, sans contredit, toutes les fois que l'on pourra disposer d'un réservoir suffisant pour le mettre en pratique, serait, à notre avis, de dépouiller l'eau de ses sels calciques, *avant son introduction* dans le générateur.

Or, pour les eaux séléniteuses qui ne sont, comme nous l'avons vu, qu'une exception dans notre pays, on parviendrait à ce résultat par la simple addition indiquée plus haut, d'une proportion de carbonate sodique équivalente à celle du sulfate calcique dissous, c'est-à-dire de $54 NaO\ CO^2$ sec, pour 88 de sulfate hydraté que contiendrait l'eau. Il se forme alors un carbonate de chaux qui se précipite presqu'en totalité au fond du réservoir, et du sulfate sodique soluble dans l'eau éclaircie, dont l'usage ne présente guère d'inconvénients.

On arriverait à un résultat semblable, celui de rendre *douces* les eaux dites *crues*, en ayant recours à l'emploi du *silicate de potasse ou de soude* (*verre soluble de Fuchs*). Quelle que soit la nature de l'eau, séléniteuse ou carbonatée, il se formera par l'addition d'une quantité proportionnelle de ce sel un silicate calcique parfaitement insoluble, tandis que l'eau ne retiendra en échange qu'un sulfate ou un carbonate alcalin dont la présence, lorsque la proportion n'en est pas exagérée, n'offre rien de nuisible dans la plupart des applications industrielles.

Quant aux eaux carbonatées, de beaucoup les plus fréquentes, leur simple séjour prolongé à l'air libre suffit pour que, sous la pression atmosphérique et à la température ordinaires, l'excès d'acide carbonique qui tenait la craie en dissolution, se dégage et abandonne celle-ci sous forme de dépôt terreux.

On pourrait d'ailleurs à très-peu de frais et par un procédé bien simple déterminer la précipitation immédiate de celle-ci, en ajoutant à l'eau chargée de bicarbonate calcique de la *chaux caustique*, ou mieux de l'*eau de chaux*, dont la préparation est si facile, en quantité suffisante pour que cette base, en s'emparant de l'excès d'acide carbonique qui tenait la craie dissoute, ramène tout le bicarbonate primitivement contenu dans l'eau, à l'état de carbonate insoluble qui se dépose en même temps que celui résultant de la réaction. La quantité de chaux caustique à ajouter pour obtenir une précipitation exacte, doit être égale à celle qui se trouve dissoute à l'état de bicarbonate. On peut, du reste, se dispenser même de calculer ces proportions en prenant soin de n'ajouter l'eau de chaux que peu à peu, et jusqu'à ce que le papier bleu de tournesol n'indique plus de réaction acide. On évitera d'autre part la réaction alcaline que produirait un excès de l'agent neutralisant.

Cette méthode, fondée sur des données chimiques positives et susceptibles par conséquent de la plus exacte précision, nous paraît, par son extrême simplicité comme par l'économie considérable qu'elle réalise, devoir mériter une attention particulière de la part des fabricants et pouvoir être en maintes circonstances d'une utile application dans la pratique.

En résumé donc, c'est à cette dernière méthode de dépuration ou de *décalcarification*, que nous proposons de recourir toutes les fois que l'on disposera d'un bassin intermédiaire ou d'un réservoir suffisant pour contenir l'eau destinée à l'alimentation des générateurs au moins pendant un jour. Dans le cas contraire, nous conseillerions l'emploi de la *métalline* comme l'agent qui, parmi tous les moyens jusqu'à présent indiqués, présente, dans la plupart des circonstances, les résultats les plus avantageux.

RAPPORT

ADRESSÉ

A M. LE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS,

PAR M. G.-A. DE CLERCQ,

SOUS-INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Chargé par M. le ministre des travaux publics de visiter l'exposition universelle de 1855 et de faire un rapport sur les choses qui attireraient particulièrement son attention, M. le sous-ingénieur De Clercq, afin de ne pas empiéter sur les attributions des ingénieurs qui avaient reçu des missions analogues à la sienne, a cru devoir limiter son travail à ce qui concerne exclusivement le service des ponts et chaussées.

Le rapport qui suit a, en conséquence, été divisé en cinq paragraphes, traitant ;

Le premier, des ponts ;

Le second, des écluses et barrages ;

Le troisième, des machines d'épuisement, sonnettes et pilots ;

Le quatrième, des charpentes et des matériaux de construction ;

Le cinquième de l'établissement de la voie des chemins de fer.

Dans chacun de ces paragraphes, se trouve, autant que possible, réuni en un seul groupe ce qui appartient à un même pays ; cette double classification ayant paru à l'auteur préférable, sous le rapport de la clarté, à la division par nationalité seulement.

PONTS.

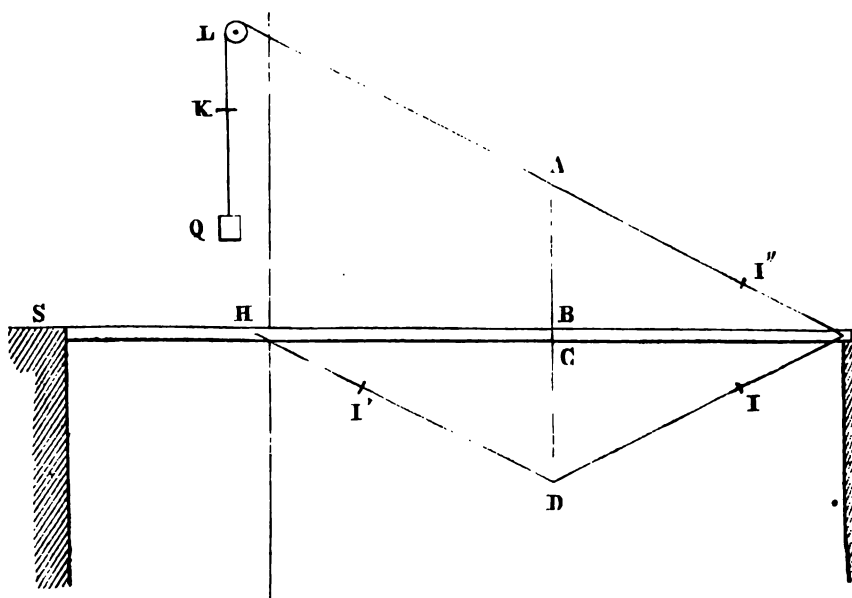
ROYAUME-UNI DE LA GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE

Fowke, Fr. Capt. à Londres.— Ce pont-levis, ou plutôt, ce pont à bascule est disposé de telle sorte qu'il puisse, en se levant, se plier en deux parties égales à partir de son axe de rotation.

L'axe horizontal C, autour duquel le rabattement s'opère, est placé au-dessous des longerons, dont les deux parties peuvent ainsi s'appliquer l'une contre l'autre par leurs faces inférieures.

Le pont, lorsqu'il est fermé, est consolidé par une armature, rendue nécessaire par la nature même du système Fowke.

Cette armature se compose d'une pièce verticale CD en fer, fixée à la partie antérieure CF du longeron, et de deux tirants en barres de fer DF, DH, articulés en I, I', qui se relient au montant et au longeron par des axes autour desquels ils peuvent tourner.



Un second montant vertical BA, placé au-dessus du tablier, est rendu mobile autour d'un axe horizontal B, que porte la pièce en forme d'équerre, qui rattache l'axe C à la partie antérieure du pont. De l'extrémité supérieure A de ce second montant, partent, d'abord un tirant en barres de fer AF, articulé en I″ comme les barres des tirants de l'armature inférieure, et ensuite une chaîne ALQ qui, se dirigeant du côté de la culasse, passe sur une poulie de renvoi L, traverse un anneau K et supporte à son extrémité un poids Q.

Si l'on agit sur la chaîne, en faisant descendre le poids Q qu'elle porte, le pont se lève d'une seule pièce.

Si, au contraire, on agit sur la culasse, en la forçant à s'incliner au-dessous de l'horizontale, le pont se lève en se pliant en deux autour de l'axe C, et il suffit, avec les dispositions indiquées plus haut, que les articulations des tirants soient convenablement placées pour que toutes les armatures puissent se plier en même temps que le pont.

Lorsqu'on lève le pont en le pliant, on remarque, sur le petit modèle envoyé à l'exposition universelle, que les articulations des tirants ne jouent pas très-facilement ; mais il serait aisé d'éviter cet inconvénient par une exécution plus soignée, ou par une disposition particulière.

Quand le pont s'abaisse, la manœuvre des articulations est commandée par l'anneau K, dans lequel passe la chaîne. Le poids Q venant heurter contre cet anneau, à un certain moment du mouvement, force l'extrémité antérieure F du pont à se relever.

Le système du capitaine Fowke ne peut évidemment trouver d'application que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles. Le but que l'inventeur s'est proposé d'atteindre par cette disposition, qui paraît destinée principalement aux constructions militaires, est sans doute d'empêcher que le pont levé ne dépasse en hauteur les parapets des fortifications, lorsque le fossé à franchir a une largeur plus considérable que la hauteur de ce parapet.

On attribue également à ce système l'avantage de fermer la porte par une épaisseur double de celle que donnerait un pont-levis ordinaire; mais cet avantage ne semble pas assez considérable pour déterminer seul l'emploi du pont Fowke.

Rose, J.-J. à Leith, Mid-Lothian. — *Modèle de viaduc d'une grande portée, fait en charpente.* — Le viaduc de M. Rose est supporté par une ferme en bois composée de polygones, qui sont juxtaposés en projection horizontale et qui se croisent en projection verticale, de manière que les sommets d'un polygone se trouvent toujours sur le rayon passant par le milieu des côtés de ses voisins.

M. Rose a exposé deux modèles : dans l'un les croisements sont doubles et dans l'autre ils sont simples.

Ces deux dispositions sont la conséquence, soit de la longueur des pièces de bois dont on dispose, soit de la flèche que l'on peut donner à la ferme.

Dans le croisement double, les polygones sont inscrits dans le même cercle et leurs côtés, qui ont la même longueur, sont rencontrés en deux points par les côtés de leurs voisins.

Dans le croisement simple, les polygones sont inscrits dans des cercles différents, le polygone équilatéral le plus petit étant inscrit dans le cercle tangent aux côtés du polygone équilatéral le plus grand. Les côtés des deux polygones répondent d'ailleurs à des angles au centre égaux.

Dans le croisement double, les sommets des polygones sont tous fixés sur des pièces horizontales placées sur le milieu des côtés des polygones qui les croisent. Ces pièces horizontales, comprises entre les deux catégories de polygones, permettent de faire un assemblage très-convenable consolidé par des plaques en fer que traversent les boulons d'assemblage.

Dans le croisement simple, les sommets des grands polygones sont seuls fixés de la manière précédente. Les som-

mets des petits polygones peuvent d'ailleurs être maintenus aisément par des moises placées extérieurement aux polygones et des boulons horizontaux traversant les côtés des polygones les plus grands.

Les fermes sont contreventées par les mêmes pièces horizontales qui servent à l'assemblage des sommets des polygones.

La ferme de M. Rose est d'une construction fort simple et on conçoit qu'elle puisse s'appliquer avec avantage dans un grand nombre de circonstances. Toutefois on peut remarquer qu'il serait préférable dans ce système d'employer, pour les assemblages des extrémités des pièces, des manchons en fonte analogues à ceux dont il sera question plus loin, à propos du pont de M. Panciéra de Venise.

Brunel, J. K. à Londres. — *Ponts en tôle.* — *Modèles du pont de Salt-Ash et du pont de Chepstow.* — Le système, employé par Brunel pour ces deux ponts, est celui d'un arc unique en tôle, élevé à une grande hauteur au dessus du tablier du pont.

Cet arc, à section circulaire pour le pont de Chepstow et à section elliptique pour le pont de Salt-Ash, est armé de deux tirants polygonaux, placés chacun sur l'un des côtés du pont, et il repose par ses extrémités sur des portiques, que supportent les colonnes en fonte qui forment les piles. En dessous de l'arc, et rattachée à lui et aux tirants par des pièces verticales et des croix de St.-André, se trouve la voie, qui est portée par deux longerons en tôle, à section en double T dont la semelle supérieure est courbe.

Dans le sens de la largeur du pont, les pièces verticales, qui soutiennent les longerons, sont consolidées par des croix de St.-André, placées au-dessus de l'espace nécessaire pour le passage des convois.

La principale travée du pont de Chepstow a $91^{m},50$ d'ouverture, et le tablier est suspendu à l'arc par quatre mon-

tants verticaux (deux pour chaque longeron) et par des tirants composés de trois parties rectilignes.

Ce pont, terminé depuis quelques années, paraît avoir parfaitement résisté jusqu'à présent.

Au pont de Salt-Ash il y a deux travées de 130^{m},68 de longueur chacune. Le grand axe de la section elliptique du tube a 5^{m},10 de longueur et le petit axe, qui est horizontal, a 3^{m},66. L'épaisseur de la tôle au sommet est de 0^{m},013 et sur les côtés de 0^{m},026. La flèche de l'arc est de 9^{m},25.

Les deux poutres en double T, qui supportent le tablier, ont 2^{m},44 de hauteur. Chacune de ces poutres est attachée au tube et à l'un des tirants par onze pièces verticales, entre lesquelles se trouvent placées dix autres pièces plus petites, qui rattachent les poutres au tirant seulement.

Les grandes travées de ce pont n'ont coûté que fr. 15,000 environ, par mètre courant; c'est là une économie considérable sur le prix du pont Britannia de Stephenson, qui a coûté 27 à 28 mille francs par mètre courant. Cependant on peut se demander si la section circulaire ou elliptique, donnée par Brunel à ses arcs, est bien celle qui correspond à la meilleure distribution de la matière. Avant l'exécution des ponts de Brunel, les expériences faites par Stephenson, lors de la construction de ses grands ponts tubes, ont, d'accord avec la théorie, indiqué la section rectangulaire comme de beaucoup préférable à toutes les autres, sous le rapport de la résistance; et cette forme de section joint, à ce premier avantage, celui d'être d'une exécution plus facile.

Moorsom, W. S. à Londres.—*Modèle d'un viaduc sur la rivière Nore, en Irlande.* — Le pont de M. Moorsom est du système américain; chaque ferme comprend, en projection verticale, cinq cours de moises, dont les deux supérieures sont droites et les trois inférieures légèrement courbées.

Leather, J. W. — à Leeds, York. — *Ponts en fonte.*

— M. Leather a envoyé à l'exposition universelle deux modèles de ponts d'une grande élégance.

L'un de ces ponts, construit sur la rivière Aire, à Leeds, est composé de dix arcs à voussoirs en fonte; les fermes de rive, les timpans et la balustrade sont découpés dans le goût de l'architecture gothique.

L'autre pont est un pont-aqueduc, construit sur la rivière Calder à Stanley. Ce pont franchit la rivière large de $47^m,25$ à l'aide de deux arcs en fonte, pesant chacun 100,000 kilogrammes environ et reliés entr'eux à leur sommet. A ces deux arcs est suspendu le lit du canal, par l'intermédiaire de tiges, qui s'attachent aux extrémités des traverses sur lesquelles repose le conduit en fonte, servant au passage de la voie navigable supérieure. Les tiges de suspension passent dans des colonnes en fonte, qui règnent sur toute la longueur du pont et qui masquent le lit du canal par une riche colonnade dorique.

Brunlees, **J.** à Manchester. — *Pont roulant.* — Le pont roulant de M. Brunlees est destiné à franchir un bras de mer, et il doit faire partie d'un viaduc de 458 mètres de longueur; il est mis à la serre par des galets excentriques, qui, lorsque l'on desserre le pont, permettent à la culasse de s'abaisser jusqu'au dessous de la partie fixe, sous laquelle on le fait glisser au moyen d'un mécanisme qu'il est aisé d'imaginer.

Les fermes de ce pont roulant sont composées de deux bandes horizontales en tôle, réunies par des croix de St.-André formées également de feuilles de tôle.

— On peut encore dans l'exposition anglaise citer, pour leur exécution remarquable, les ponts en maçonnerie exposés par M. Rennie, G.-B., parmi lesquels se trouve le modèle du pont du Val St.-Lambert; le pont, également en maçonnerie, de M. Walker, sur la Clyde, à Glascow, et le pont en tôle de M. Fowler, établi sur la rivière Trent, près de Gains-

boroug, sur la ligne du chemin de fer de Manchester Scheffield et Lincolnshire, pont dont les piles sont espacées de 180 pieds anglais. (54^{m},85).

COLONIES ANGLAISES. — CANADA.

Pont tubulaire en construction sur le fleuve St.-Laurent, près de Montréal. — Ce pont, construit d'après les projets de Rob. Stephenson, dans le système du pont Britannia, est disposé de manière à permettre intérieurement le passage des convois d'un chemin de fer.

Le pont Britannia est trop connu pour qu'il soit nécessaire de donner une description du pont du St.-Laurent, dont les dimensions colossales sont les suivantes :

Le tube a une longueur de.	1874^{m},00
Le poids du fer employé est de. . .	10,566,000^{k}
L'élévation du tablier au dessus du niveau du fleuve est de	18^{m},50
La distance entre les piles est de. . . .	100 ,00
La distance entre les piles et les culées de	74 ,00

Pont du système américain. — Ce pont est supporté par deux fermes qui se composent de deux arcs parallèles d'un très-grand rayon et d'un arc de rayon moindre. Les naissances de ce troisième arc sont placées au dessous des naissances de l'arc à grand rayon inférieur et son sommet est tangent à l'arc à grand rayon supérieur.

Les arcs à grand rayon sont formés de cinq poutres, juxtaposées en projection horizontale. L'arc à petit rayon, dont la section est celle d'une seule pièce, passe dans l'arc à grand rayon inférieur, en le coupant au milieu de sa largeur, et se trouve ainsi, en projection horizontale, au milieu de la projection horizontale des arcs parallèles.

Les arcs parallèles sont reliés entr'eux par des pièces verticales en bois, entre lesquelles on a placé des croix de St.-André, en fer dans la partie mitoyenne et en fer et bois pour les

croix de St.-André extrêmes de chaque côté, dans lesquelles les pièces inclinées des culées vers l'axe sont en bois. Les croix de St.-André intermédiaires sont composées de quatre pièces en fer inclinées vers l'axe du fleuve et de deux pièces seulement inclinées vers les culées.

La portée de ce pont est de $91^{m},50$.

Un pont de $45^{m},00$ d'ouverture, construit dans le même système, n'a coûté, paraît-il, que fr. 18,000. Ce bas prix est évidemment le résultat de circonstances toutes locales.

EMPIRE FRANÇAIS.

La France a exposé une nombreuse collection d'ouvrages d'art, dont la plupart ont été décrits à diverses époques dans les *Annales des Ponts et Chaussées* de France, ou dans les *Annales des Travaux Publics* de Belgique, et dont par conséquent il est inutile de donner ici la description.

Parmi les ponts exposés qui, croyons-nous, n'ont pas été décrits dans l'un ou l'autre de ces deux recueils, on remarque les suivants :

Un pont-aqueduc mobile pour la traversée du torrent du Libron (canal du Midi), par M. Magnée, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Un pont-levis, sans contrepoids, construit sur la rivière navigable la Lawe (département du Pas-de-Calais), par MM. Davaine, ingénieur en chef, et Quaisain, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées.

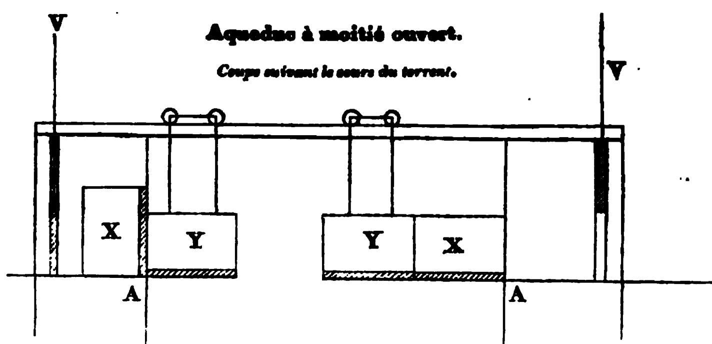
Le pont d'Arcole, sur la Seine, à Paris, par M. Oudry, ingénieur de la Société des ponts en fer.

Un pont tournant en fer à deux volées, large de $174^{m},50$, qui doit être établi sur la Penfeld entre Brest et Recouvrance, par M. Oudry.

Pont aqueduc de M. Magnée. — Placé à la rencontre à niveau du torrent du Libron et du canal du Midi, ce pont aqueduc, dont la mobilité était nécessaire pour livrer passage à la

navigation du canal, se compose de quatre parties mobiles, indépendamment des vannes destinées à fermer le lit du torrent à l'amont et à l'aval, pendant la manœuvre de l'aqueduc.

Ces quatre parties mobiles qui, lorsqu'elles sont en place, forment pour l'écoulement des eaux du Libron un conduit rectangulaire en charpente, se divisent en deux parties XX tournant autour de charnières horizontales AA perpendiculaires au torrent, et deux parties YY suspendues à des chariots portés par de forts madriers.



Pour ouvrir le passage aux bateaux du canal du Midi, il suffit, après avoir abaissé les vannes V d'amont et d'aval, de relever les parties extrêmes de l'aqueduc autour de leurs charnières, puis, en faisant rouler les chariots sur les poutres qui les supportent, de ramener ces chariots contre les culées. Par suite de l'égalité des quatre parties mobiles, on obtient ainsi un passage libre, égal en largeur à la moitié de la distance des culées.

Le torrent étant divisé en deux branches espacées d'une quantité plus considérable que la longueur d'un bateau, on peut toujours maintenir l'écoulement des eaux du Libron.

Pont Davaine. — Le pont-levis de M. Davaine, indiqué dans le catalogue de l'Exposition universelle comme un pont-levis sans contrepoids, ne jouit cependant pas d'une manière absolue de la propriété de se lever sans contrepoids ; seulement, c'est une portion du pont lui-même qui sert en partie de contrepoids à l'autre. Voici comment :

Le pont n'a que la longueur de l'espace à franchir et son axe de rotation, fixé aux longerons, est placé à une certaine distance de la culée, à laquelle il se rattache à ses deux extrémités par des pièces en fer, mobiles à la fois autour d'un axe fixé à la culée et autour de l'axe de rotation du pont.

Il suit de là qu'on peut lever le pont en agissant, par un pignon fixé à la culée, sur une grande roue dentée verticale, placée sur l'axe de rotation du pont et attachée au tablier. Mais, afin que le pont levé livre le passage tout entier à la navigation, au lieu de rendre l'axe de rotation fixe, M. Davaine l'a rendu mobile suivant l'arc de cercle qui a pour rayon la pièce qui le rattache à la culée, de telle sorte que l'axe de rotation, descendant en même temps que le tablier se lève, permette au pont de s'appliquer contre la culée dans une position verticale.

Pour contribuer à assurer la stabilité du pont, une pièce en fer part de l'axe de rotation et porte à son autre extrémité une roulette, qui descend le long d'une guide en fer placée verticalement contre la culée, pendant le déplacement du pont.

Les garde-corps sont mobiles autour d'axes fixés sur les culées, et se replient en travers de la voie, avant le lever du pont.

Le pont-levis de M. Davaine, qui probablement offre quelques avantages sous le rapport de l'économie sur les ponts-levis ordinairement en usage, ne parait pas cependant, malgré son mécanisme ingénieux, destiné à recevoir un grand nombre d'applications ; la complication qu'il présente devant

vraisemblablement faire hésiter à employer une construction de ce genre.

Pont d'Arcole. — Le pont d'Arcole vient d'être exécuté sur la Seine, à Paris, par la Compagnie des ponts en fer, d'après les projets de M. Oudry. C'est un pont en arcs de tôle.

L'ouverture de l'arc est de 80^{m},00 et sa flèche de 6^{m},12. La hauteur de l'arc d'une ferme est de 1^{m},40 aux naissances et de 0^{m},38 à la clef.

La largeur du pont est de 20^{m},00, dont huit pour les trottoirs.

Les fermes placées sous la voie de roulage sont espacées de 1^{m},33.

Indépendamment de ces fermes, il y a sous les trottoirs, une ferme de rive, distante des autres de 3^{m},50.

La section des fermes est celle d'un double T, dont les parties horizontales sont composées de trois feuilles, ayant chacune 0^{m},015 d'épaisseur et 0^{m},55 de largeur, pour les arcs de rive et les premiers arcs au dessous de la voie de roulage; tandis que, pour les arcs intermédiaires, les parties horizontales du double T renferment seulement deux feuilles, ayant chacune 0^{m},014 d'épaisseur et 0^{m},53 de largeur.

Les contrevents sont formés principalement de cornières accouplées deux à deux, quand elles sont perpendiculaires aux fermes, et quatre à quatre, quand elles sont placées en diagonales.

Les timpans sont remplis à l'aide de fer laminés en double T.

La disposition de ces timpans, nouvelle croyons-nous, est telle que les parallélogrammes formés par les fers en double T, reposant d'une part sur l'arc et portant d'autre part les longerons par leurs sommets aigus, sont espacés d'une distance sensiblement moyenne entre les petites diagonales de deux parallélogrammes consécutifs. Tous ces parallélogrammes

sont reliés par une pièce continue, qui tantôt est la diagonale d'un parallélogramme, et qui tantôt, dans chacun des intervalles de deux parallélogrammes, forme la base d'un triangle, dont le sommet est placé sous les longerons.

Il résulte de cette disposition que les longerons sont portés en un nombre de points double de celui par lequel le pont repose sur les arcs en tôle.

Il est difficile de se rendre compte des motifs qui ont pu conduire à adopter une disposition semblable. Indépendamment de toute autre considération, ce mode de remplissage des timpans est moins agréable à l'œil qu'une disposition plus régulière.

Le ballast est supporté par des rails du système Barlow. L'intervalle de deux à trois centimètres, laissé entre ces rails, est recouvert par des briques qui établissent la continuité du plancher sur lequel est étendu le ballast.

Pont tournant de M. Oudry. — Si le pont d'Arcole peut, à bon droit, être considéré comme très-hardi, on peut à plus forte raison considérer comme tel le pont tournant de 174^{m},50, à deux volées, dont le modèle a été exposé également par M. Oudry.

Ce pont adopté, d'après les indications du catalogue, pour être établi sur la Penfeld, entre Brest et Recouvrance, est conçu dans les mêmes idées que le pont d'Arcole, c'est-à-dire formé d'arcs en tôle supportant les longerons par l'intermédiaire de timpans, dont le modèle n'indique pas clairement les dispositions.

Les fermes, au nombre de quatre, sont attachées à des espèces de tours en fer, auxquelles se rattache également la culasse. Ces tours renferment l'axe de rotation et roulent sur des galets placés à leur circonférence.

ROYAUME DE SUÈDE.

Pont de M. Hansen d'Helsingborg. — Le pont suédois de M. Hansen franchit le sas d'une écluse dont la section courbe a permis d'adopter la disposition suivante :

Le pont fermé est supporté par des fermes en arc de cercle, sur le sommet desquelles les longerons viennent s'appuyer.

Cet arc de cercle s'ouvre en son milieu pour livrer passage aux navires et il entraîne avec lui, de chaque côté, la partie du tablier qui lui correspond.

Pour que cette manœuvre puisse s'effectuer, il importe que le tablier du pont se soulève en reculant, tandis que les deux arcs se relèvent.

M. Hansen a imaginé, pour arriver au résultat désiré, de rendre les demi-arcs mobiles autour d'axes, placés d'une part contre les bajoyers et de l'autre au-dessous du longeron vers le milieu du pont ; et, en second lieu, de faire reposer les extrémités du tablier sur des plaques métalliques, qui peuvent se déplacer verticalement par l'intermédiaire de deux vis. L'ensemble de ces dispositions permet d'amener le dessous des longerons au niveau de la voie conduisant au pont, et rend possible le glissement, ou plutôt le roulement du pont, qui s'opère sur des bandes métalliques, par l'intermédiaire de galets, en même temps que le milieu du pont se relève en parcourant un arc de cercle.

Lorsque le pont est ouvert, les arcs viennent se loger entièrement dans des rainures ménagées dans les bajoyers, de manière à ne gêner en rien la navigation.

Le pont de M. Hansen qui, comme on le voit, est à la fois un pont-levis et un pont roulant, est manœuvré à l'aide de cabestans. Des crochets, fixés aux plaques de soulèvement et contre lesquels vient battre une traverse, empêchent, pendant la fermeture, les deux parties du pont d'être entraînées au delà de la position qui leur convient.

Le modèle, exécuté par M. Hansen lui-même avec un soin remarquable, se manœuvre avec facilité.

Pont-levis de M. Erickson. — M. Erickson a exposé le modèle d'une écluse à sas sur laquelle un pont-levis livre passage. Ce pont-levis, ou pont à bascule, est porté par des fermes en fer dont la partie inférieure affecte la courbure d'un arc de cercle; il ne paraît pas d'ailleurs offrir d'autre particularité que celle qui consiste à avoir sa culasse au-dessous de la voie, où on la fait manœuvrer à l'aide d'un système d'engrenages assez compliqué.

EMPIRE D'AUTRICHE.

Modèle de pont en bois de M. Panciéra, ingénieur à Venise. — Les fermes de ce pont sont composées de deux polygones parallèles, espacés d'une quantité égale, à peu près, aux côtés du plus grand des deux polygones.

Les deux polygones ont des côtés d'une faible longueur par rapport au rayon de l'arc inscrit, et ils sont reliés entre eux par des pièces passant par leurs sommets. Chaque polygone équilatéral est d'ailleurs formé de pièces accolées deux à deux en projection verticale, et les pièces qui relient les deux polygones sont doubles en projection horizontale.

L'assemblage des six pièces qui viennent se réunir à chaque sommet du polygone inférieur s'opère à l'aide d'une armature en fonte. Cette armature reçoit, en son milieu et de chacun de ses côtés, une des pièces de liaison des arcs, qui s'emboîte extérieurement dans une rainure, de façon que cette armature est serrée entre deux pièces moisantes, dirigées suivant les rayons passant par les sommets des deux polygones. Au delà et de chaque côté de ce point mitoyen, qui n'a que l'épaisseur de métal nécessaire à la solidité de l'armature, se trouvent deux manchons, disposés pour recevoir les deux pièces qui forment chacun des côtés des polygones.

Afin de faciliter la pose et le renouvellement des pièces en cas de nécessité, les manchons, qui reçoivent les extré-

mités des côtés des polygones, sont ouverts sur une de leurs faces, laquelle est fermée après la pose par une plaque métallique reliée par des boulons au reste de l'armature. Ces boulons traversent les poutres des polygones et vont se faire serrer par des écrous placés sur la partie fixe correspondante de l'armature.

Les plaques mobiles ferment une des faces verticales du manchon.

Les pièces moisantes des manchons, qui relient les sommets des polygones, se prolongent jusqu'aux longerons du pont.

Dans les polygones formés par les longerons, les pièces moisantes et le polygone équilatéral extérieur des fermes, l'ingénieur autrichien a établi des pièces diagonales inclinées vers le milieu du pont et qui, à leur base, viennent s'assembler dans un manchon faisant corps avec l'armature d'assemblage du polygone supérieur. Cette seconde armature est analogue à celle du polygone inférieur, mais modifiée de manière à porter sur un de ses côtés ce manchon supplémentaire, qui se projette verticalement sous la forme d'un triangle.

Toutes les fermes sont contreventées par des pièces moisantes, placées au-dessous de chacun des polygones et assemblées sur les poutres qui relient les sommets des polygones parallèles.

Le pont en charpente de M. Panciéra est très-élégant, et doit présenter de grandes garanties sous le rapport de la solidité lorsque les armatures sont exécutées avec soin, ce qu'il est toujours facile d'obtenir.

Les pièces doubles, qui composent les côtés des polygones, permettent aisément le renouvellement successif des poutres qui viendraient à se détériorer.

Soit que l'on emploie le pont de M. Panciéra avec les deux polygones parallèles, soit que l'on se trouve forcé, par les conditions de la circulation au-dessous du pont, à réduire les

fermes à un seul polygone, la faible longueur, que l'on peut donner dans ce système aux pièces formant les fermes, doit rendre son emploi très-économique. relativement aux prix de la plupart des autres ponts en charpente à grande ouverture.

ÉCLUSES, BARRAGES.

COLONIES ANGLAISES. — CANADA.

Le Canada a exposé deux modèles de vannes en fer pour portes d'écluse.

Dans l'un de ces modèles, la vanne est formée d'une lame de fer, mobile autour d'un axe horizontal placé vers son milieu. La vanne, lorsqu'elle est fermée, s'applique par ses bords supérieur et inférieur respectivement contre les faces amont et aval de la porte. Le mouvement est communiqué par une tige en fer, articulée de façon que son extrémité puisse suivre le mouvement circulaire du bord supérieur de la vanne, auquel elle est attachée.

Dans le second modèle canadien, la vanne consiste en une portion de cylindre, à génératrices horizontales, dont la concavité est tournée vers l'aval. Ce cylindre se meut autour de son axe, que l'on a fixé au bas de l'ouverture qui doit livrer passage aux eaux.

Le mouvement de la vanne cylindrique est commandé par une tige articulée comme dans le système précédent.

Lorsque le pertuis est fermé, le bord inférieur de la vanne vient s'appliquer contre le seuil amont de l'ouverture qu'elle doit intercepter, et la surface cylindrique s'applique contre le bord supérieur du pertuis.

Ces deux systèmes de vannes, qui présentent sans doute quelques avantages sous le rapport de la facilité de la manœuvre, ne paraissent pas offrir, surtout le second, des garanties aussi grandes que le système ordinaire, au point de vue de la fermeture exacte des pertuis.

ROYAUME DE SUÈDE.

Écluse de M. Erickson. — Cette écluse, dont l'exécution fait, paraît-il, le plus grand honneur à M. l'ingénieur Erickson, à cause des difficultés résultant de la nature du terrain, ne semble cependant rien renfermer qui soit assez particulier pour devoir être signalé.

Écluse de M. Hansen. — Les portes de l'écluse de M. Hansen sont destinées à un sas à section courbe, qui doit recevoir de grands navires de mer, et l'auteur a profité de la diminution de largeur, due à la courbure des bajoyers, pour diviser ses portes en deux parties, ou, plus exactement, pour placer deux portes l'une au-dessus de l'autre.

Les portes supérieures, qui sont les plus larges, s'appliquent par leur entretoise inférieure contre la partie supérieure des petites portes.

Quand on ouvre le passage, la manœuvre de la porte inférieure est commandée par celle de la porte supérieure, à laquelle elle est attachée par une barre de fer horizontale, terminée par deux œillets.

Il résulte de la disposition proposée par M. Hansen une économie, qui doit être assez notable pour les grandes constructions, surtout lorsque les portes sont en bois. Ce système donne aussi une facilité plus grande pour l'exécution, qui, indépendamment du prix, peut être entravée par la difficulté de se procurer un grand nombre d'entretoises en bois, ayant les dimensions exigées par une porte d'une largeur uniforme.

EMPIRE FRANÇAIS.

Barrage de la Monnaie, à Paris, par MM. Michal, ingénieur en chef directeur; de Lagallisserie, ingénieur en chef et C. Poirée, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées. — Ce barrage comprend, outre une écluse à sas dont il sera parlé plus loin, un certain nombre de pertuis fermés par des vannes en tôle formant déversoirs.

Les vannes en tôle de MM. Michal, de Lagallisserie et Poirée consistent, en principe, en une portion de cylindre à axe horizontal, dont le centre de courbure est vers l'amont, et qui est tangent au radier du barrage. Cette vanne cylindrique est rattachée de chaque côté à un axe fixé aux bajoyers par l'intermédiaire de six barres de fer, dirigées suivant les rayons et réunies sur une pièce en tôle ou en fonte.

L'axe, qui supporte ainsi toute la pression exercée sur les vannes, étant placé au centre du cylindre, on peut relever ou abaisser la vanne en la faisant tourner autour de ses points d'attache, et deux chaînes accrochées au bord supérieur de la vanne suffisent pour opérer ces mouvements.

Un cylindre simple en tôle n'eût pas été suffisant pour résister aux déformations auxquelles il eût été exposé au barrage de la monnaie. Pour renforcer le cylindre extérieur, les ingénieurs français ont eu recours au moyen suivant.

Des bords circulaires du cylindre, touchant les bajoyers, part une feuille de tôle qui s'éloigne de la feuille cylindrique à mesure que l'on s'écarte des rives. Cette seconde feuille est disposée de telle sorte que les intersections des deux feuilles par des plans verticaux, passant par la direction du fil de l'eau, donnent des arcs de cercle concentriques, qui s'éloignent d'autant plus l'un de l'autre que l'on approche davantage du milieu du pertuis; tandis que les intersections par des plans passant par l'axe du cylindre extérieur, qui, par conséquent, donnent pour intersection de ce cylindre des lignes droites, coupent au contraire la feuille intérieure suivant une courbe dont la concavité est tournée vers l'aval.

Ce dispositif, adopté pour donner à la vanne la forme d'égale résistance, a dû occasionner des difficultés d'exécution que l'on eût évitées en employant deux cylindres parallèles, dont le prix n'eût certes pas été supérieur à celui du système employé.

Les deux feuilles de tôle, qui forment la vanne, sont, au barrage de la monnaie, rattachées l'une à l'autre par sept

cloisons verticales également en tôle. Le tout est assemblé au moyen de cornières.

On conçoit que dans le système qui précède la fermeture du pertuis ne puisse pas s'opérer exactement à la partie inférieure. Pour que la vanne soit mobile, il faut en effet qu'il y ait une distance assez considérable entre le radier et le cylindre extérieur ; d'où il résulte que l'eau ne s'échappe pas seulement en se déversant, mais encore en passant par dessous la vanne.

Cette conséquence inévitable du système dont il est ici question n'a pas été considérée, sur la Seine, comme une objection sérieuse, puisque l'application de ce barrage a été faite à cette rivière ; mais il est d'autres circonstances dans lesquelles l'aménagement économique des eaux pourrait faire reculer devant l'emploi de vannes semblables. On peut d'ailleurs remarquer, au barrage même de la Monnaie, un immense cadre en bois tournant autour d'un axe horizontal, cadre qui a peut-être pour destination de diminuer autant que possible l'ouverture inférieure, et dont la présence viendrait dans ce cas fortifier l'observation qui précède.

Une écluse à sas, dont les portes offrent, comme les vannes précédentes, une application nouvelle de l'emploi de la tôle, est placée sur le côté du barrage de la Monnaie.

Les portes de cette écluse sont formées d'une série de demi-cylindres en tôle, couchés horizontalement les uns au-dessus des autres et présentant tous leur concavité vers l'aval.

Chaque demi-cylindre est formé de deux parties symétriques, réunies suivant une génératrice à l'aide d'un couvre-joint.

Les demi-cylindres s'assemblent entr'eux par leurs bords, qui sont prolongés horizontalement d'une quantité suffisante pour que l'on puisse placer deux lignes de rivets. La ligne de rivets la plus voisine des bords de la tôle renferme un nombre de rivets double de celui qui forme la ligne de rivets intérieure.

A cet assemblage des demi-cylindres dans le sens horizontal, on a ajouté un assemblage dans le sens vertical, qui est obtenu par huit barres de fer verticales, se correspondant deux à deux de l'amont à l'aval de la porte. Derrière chacune des barres d'aval se trouvent des cadres en fonte, qui pénètrent dans le creux des demi-cylindres, dont ils épousent la forme et sur lesquels ils sont rivés, ainsi que sur les barres verticales d'aval. Les barres verticales d'amont sont de leur côté reliées aux cadres par l'intermédiaire de rivets, qui traversent successivement les barres verticales d'amont, les couvre-joints des demi-cylindres, ces demi-cylindres eux-mêmes et enfin les cadres en fonte.

A l'écluse du barrage de la Monnaie, comme dans d'autres ouvrages d'art, dont il a été question plus haut, on retrouve avec quelque surprise les formes courbes, employées dans des conditions où elles n'offrent pas sur les formes droites des avantages de solidité, qui, s'ils existaient, devraient encore être mis en balance avec la facilité d'exécution et le meilleur marché résultant de l'emploi des formes droites.

Système de fermeture de pertuis, construit sur la Marne, par MM. Louiche Desfontaines, ingénieur en chef et Saint-Denis, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées. — Ce système de fermeture est double, on pourrait presque dire triple. Il se compose de trois portes, mobiles toutes trois autour d'axes horizontaux placés contre le radier du barrage. Deux de ces portes, la première et la troisième en partant de l'amont, se rabattent vers l'amont et la seconde se rabat vers l'aval. Voici comment le système se manœuvre.

La première porte, qui est divisée, dans le sens de la largeur de la rivière, en plusieurs parties indépendantes les unes des autres, est, en temps ordinaire, retenue contre le fond par une barre de fer, qui accroche ses différentes parties. En imprimant un certain mouvement à cette barre d'attache, on décroche successivement les diverses parties de la

porte, qui, étant primitivement baissées contre le courant, se relèvent tour à tour d'elles-mêmes. Des chaînes arrêtent le mouvement, avant que la porte ait atteint la position verticale, et il se forme ainsi un barrage complet dans la rivière; mais ce barrage n'est qu'un barrage provisoire. La première porte n'a pas la hauteur nécessaire pour produire le résultat auquel on se propose d'atteindre; toutefois elle opère une retenue dont MM. Louiche Desfontaine et Saint-Denis profitent pour faire lever le barrage principal.

Ce barrage principal comprend la seconde et la troisième porte, qui se rabattent l'une sur l'autre en sens inverse, la seconde étant sur la troisième, lorsque le barrage est ouvert; tandis que, lorsque le barrage est levé, la troisième porte, soulevée de l'amont vers l'aval, sert de contrefort à la seconde, qui se lève de l'aval vers l'amont. Le mouvement simultané des seconde et troisième portes s'effectue par l'intermédiaire de carnaux, ménagés dans la maçonnerie des rives et mettant en communication l'amont et l'aval du barrage avec le dessous de la seconde et de la troisième porte. Les carnaux sont munis de vannes à l'amont et à l'aval.

Si on lève les vannes d'amont des carnaux, en baissant les vannes d'aval, le dessous des portes, qui constituent le barrage principal, se trouve en communication avec les eaux d'amont et ces eaux, retenues par le petit barrage provisoire, viennent exercer au-dessous des seconde et troisième portes une pression suffisante pour les faire lever.

Lorsque le barrage principal est en place, l'intervalle compris entre lui et le petit barrage se remplit rapidement et il est facile alors de rabattre ce petit barrage, pour ne laisser subsister que le barrage composé de la seconde et de la troisième porte.

Pour pouvoir baisser le barrage de la Marne, il suffit de lever pendant un certain temps les deux vannes des carnaux.

Le barrage de MM. Louiche Desfontaine et Saint-Den

parait devoir exiger des dépenses de premier établissement assez considérables, qui ne seraient peut-être pas suffisamment justifiées dans un grand nombre de cas par les avantages particuliers que peut présenter le système; surtout si l'on considère qu'il est à craindre que les dépenses d'entretien n'atteignent également un chiffre assez élevé. En outre on sait que les portes qui s'abaissent de l'aval vers l'amont offrent des inconvénients graves dans les rivières qui charrient du gravier.

MACHINES D'ÉPUISEMENT, SONNETTES, PILOTS.

ROYAUME-UNI DE LA GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE.

Pompe centrifuge d'Appold. — Cette machine consiste en une roue verticale se mouvant dans un tambour. Des conduits font arriver l'eau sur le centre de la roue et un conduit vertical, placé au-dessus du tambour, mène l'eau d'épuisement à la hauteur désirée.

La roue se compose d'aubes courbes comprises entre deux plaques annulaires, métalliques et verticales. L'eau, arrivant sur la roue par son axe, est chassée par la force centrifuge dans le conduit vertical, lorsque l'on met l'appareil en mouvement.

L'effet utile de la pompe centrifuge d'Appold est de 68 °/₀ au dire de son inventeur.

— L'exposition anglaise renferme une autre machine d'épuisement, dans laquelle une lame en métal agit par compression sur l'eau contenue dans une caisse rectangulaire, placée horizontalement et ouverte à ses deux extrémités.

La lame, d'une grande longueur, a la même largeur que la caisse qui la contient et elle comprime toujours l'eau dans le même sens, tantôt contre la paroi horizontale supérieure, tantôt contre la paroi horizontale inférieure de la caisse.

Cette compression continue dans le même sens, s'obtient par un mécanisme qu'il est aisé d'imaginer ; mécanisme qui, lorsque la lame est appliquée contre l'une ou l'autre des deux parois horizontales de la caisse, oblige cette lame à commencer, toujours par la même extrémité, son mouvement de remonte ou de descente.

En adaptant un tube vertical à l'extrémité de la caisse, vers laquelle la compression a lieu, on élève l'eau à une certaine hauteur.

Cette machine permet également d'établir un courant dans un canal, et elle pourrait même servir de propulseur à un bateau à vapeur, si elle réalise toutes les espérances de son inventeur.

EMPIRE FRANÇAIS.

Machine hydraulique de Piatti. — Des cônes tronqués concentriques, en tôle, sont fixés à un arbre de rotation vertical dirigé suivant l'axe commun des cônes, et l'espace compris entre les cônes est divisé par six cloisons courbes, dont la surface est engendrée par une perpendiculaire à l'arbre de rotation. Les cônes plongent dans l'eau de $0^m,20$ à $0^m,25$ par leur partie la plus étroite, et, lorsque l'on met en mouvement l'axe de rotation, la force centrifuge fait monter, entre les cônes, l'eau d'épuisement, que l'on reçoit à la partie supérieure dans un canal circulaire.

Telle est la machine ingénieuse de M. Piatti.

La disposition des cloisons, l'inclinaison des cônes, ainsi que la vitesse, doivent avoir une grande influence sur le débit de cet appareil ; et les expériences faites jusqu'aujourd'hui ne sont pas assez nombreuses pour avoir conduit à déterminer d'une manière précise les conditions d'établissement les plus favorables. Des essais ultérieurs permettront vraisemblablement de perfectionner cette machine, qui donnait déjà à l'exposition universelle 65 °/₀ environ d'effet utile.

ROYAUME DE SUÈDE.

Sonnette à déclic de M. Hansen d'Helsingborg. — Dans les sonnettes à déclic de M. Hansen, la corde, portant le déclic à l'une de ses extrémités, vient s'enrouler sur un arbre vertical, dont la partie supérieure peut prendre un mouvement de rotation indépendant de celui de la partie inférieure. En temps ordinaire, une sorte de taquet maintient la solidarité entre les deux parties de l'arbre ; mais, lorsque l'on enlève ce taquet, la partie supérieure, qui porte la corde, devient folle et permet ainsi au mouton de retomber avant que le déclic ne soit arrivé dans l'anneau, qui opère la chute habituelle du mouton.

La sonnette de M. Hansen peut offrir certains avantages, notamment pour la mise en fiche des pilots.

ROYAUME-UNI DE LA GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE.

Piliers de fer et de fonte à hélice, pour phares, quais, ponts et autres constructions, de MM. Saunders et Mitchell de Londres. — Les piliers en fer et fonte de MM. Saunders et Mitchell sont formés d'une tige, ou pilier proprement dit, en fer forgé, de 0m,15 à 0m,20 de diamètre, dont la partie inférieure porte un disque, de 1m,20 environ de diamètre, à surface hélicoïdale, faisant une seule fois le tour du pilier. En dessous de ce disque, la tige se termine par une tarière.

Un mouvement de rotation, imprimé au pilier, fait entrer la tarière, puis l'hélice dans le sol, et le pilier descend peu à peu sans désagréger le terrain qu'il traverse.

Les piliers à hélice pénètrent dans tous les terrains ; on en a fait entrer de 3m,66 dans un banc de corail.

Ces piliers présentent une énorme résistance à l'enfoncement, ou à l'arrachage, par des actions autres qu'un mouve-

ment de rotation ; aussi des amarres de ce genre sont-elles employées avec grande utilité dans la marine, pour fixer les bouées de sauvetage.

Indépendamment de ses autres qualités, le système de fondation de MM. Saunders et Mitchell offre encore l'avantage de ne pas ébranler le terrain dans lequel le pilot pénètre, avantage précieux en général et qui devient inappréciable lorsque, dans le voisinage des habitations, on doit fonder dans un sol reposant sur des couches tourbeuses.

CHARPENTE, MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.

EMPIRE FRANÇAIS

Ferme de la charpente de l'usine St.-Jacques, à Montluçon (département de l'Allier). — Cette ferme consiste en deux barres de fer parallèles, reliées par une barre de fer pliée en zig-zag, qui forme avec les pièces parallèles, des triangles placés alternativement en sens inverse. Ces triangles sont boulonnés par leurs sommets sur les pièces parallèles.

Ferme de M. Joly. — Conçue dans les mêmes idées que la ferme du palais de l'exposition, cette ferme a la section d'un double T, dans lequel deux feuilles de tôle parallèles sont reliées par des bandes de tôle, qui leur sont perpendiculaires, et par des croix de St.-André également en tôle.

Les feuilles parallèles sont réunies aux feuilles de liaison par deux cornières longitudinales. Dans les intervalles laissés libres entre les cornières, on a placé des bandes de tôle, qui remplissent l'espace non occupé par les extrémités des croix de St.-André, et qui rendent très-solide la rivure pratiquée sur toute la longueur des cornières.

Projet de gare pour Rome par M. Méhédin. — Dans un projet de gare pour Rome, on voit, à l'exposition universelle, un modèle de charpente en treillis de tôle.

Ce treillis forme une voûte en plein cintre composée de bandes de tôle mises à plat. Le tout est consolidé par un système assez compliqué de tirants en fer.

La légèreté du système Méhédin ne paraît pas pouvoir s'allier à une grande solidité.

Matériaux de construction. — L'exposition universelle de 1855 est riche en matériaux de construction.

Dans les nombreuses collections, exposées par les divers pays, on peut remarquer particulièrement :

Les tôles et les fers laminés en double T et en simple T, dont l'emploi se généralise de plus en plus, et les briques creuses, percées de trous longitudinaux, briques si utiles par leur légèreté pour l'établissement de cloisons portant sur des poutres, et qui deviennent d'un usage journalier pour la construction des petites voûtes des planchers incombustibles, dans lesquelles leur emploi est combiné avec celui des fers en double T.

On peut citer encore :

Les tuiles de formes variées, dont les dispositions introduisent de nouvelles garanties de solidité et d'imperméabilité dans les toitures, et les zincs cannelés, qui permettent de supprimer les voliges et les chevrons dans les charpentes.

Mais pour tous ces matériaux, la description de leur forme, ainsi que l'indication de leur prix et souvent même de leur poids, qui sont également des éléments nécessaires pour l'appréciation des divers systèmes, conduirait à des développements trop longs pour qu'il soit possible de les faire entrer dans le cadre d'un rapport.

—

ÉTABLISSEMENT DE LA VOIE DES CHEMINS DE FER.

ROYAUME-UNI DE LA GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE

Rails à éclisses de MM. W. B. Adams et B. Richardson. — Le modèle de voie de chemin de fer qui tient incontestablement le premier rang, est celui d'une voie posée sur traverses ordinaires et coussinets, avec joints éclissés. Les avantages généraux de ce mode de fixation des abouts des rails ont été trop bien constatés dans les *Annales des travaux publics*, par le remarquable mémoire de M. l'ingénieur C. Andries, pour qu'il soit nécessaire de revenir sur ce sujet; seulement on peut ajouter comme résultats d'expériences :

1° Que l'accroissement de durée des rails éclissés peut être estimée au moins à 25 °/₀ de la durée des mêmes rails à abouts fixés sur coussinets par des clavettes ;

2° Que, sur la ligne d'Eastern-Counties, des rails, que l'on pouvait considérer comme à peu près hors de service, ont été éclissés il y a plus de trois ans et qu'ils durent encore ;

3° Que, en ce qui concerne l'entretien de la voie, l'économie s'élève à la moitié de la dépense nécessitée par des rails non éclissés. Cette économie sur le chemin de Midland-railway est de 783 francs par kilomètre et par année.

On peut remarquer, en outre, que l'établissement d'une voie nouvelle avec joints éclissés coûte moins cher, à résistance égale, que le système ancien ; et que, l'éclissage d'une voie ancienne ne coûtant que fr. 3,000 au *maximum* par voie et par kilomètre, le capital dépensé par ce remaniement doit être couvert en quatre années environ par la seule économie de l'entretien de la voie.

L'établissement d'une voie nouvelle éclissée, avec des rails de $32^{k},129$ par mètre et des traverses créosotées, est évalué, en Angleterre, à fr. 23,170 par kilomètre de voie simple.

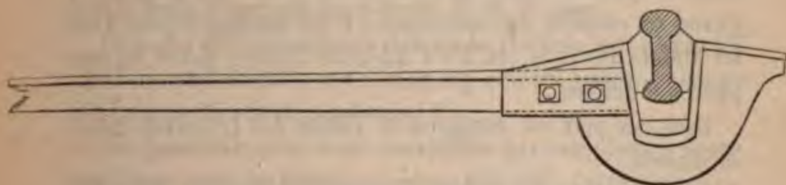
Coussinets à éclisses. — M. J. Samuel a imaginé un système de coussinets éclissés, pour lequel il est breveté, et qui a principalement pour but de s'appliquer aux voies anciennes à remanier. Ces coussinets sont coulés de manière à former éclisse d'un côté du rail, tandis que de l'autre côté on boulonne une éclisse ordinaire en fer.

L'application de ce système à une voie ancienne coûte fr. 2,300 environ par kilomètre de voie simple.

Le coussinet de M. J. Samuel est mis en usage depuis quatre ans à l'embranchement d'Enfield sur l'Eastern-Counties et le résultat paraît satisfaisant. La ligne de Newmarket à Bury-St.-Edmunds vient également d'être construite avec le coussinet éclissé.

Supports en auge doublés de bois. — Un autre système de support inventé également par M. J. Samuel consiste en auges de fonte, dont la largeur va en diminuant vers le fond. Le rail, contenu dans ces auges, repose par sa partie inférieure sur une pièce de bois légèrement creusée pour le recevoir. Des coins en bois maintiennent en outre le rail de chaque côté.

Le passage des convois tend à serrer le rail, par suite du rétrécissement de l'auge.



Les avantages principaux que l'on attribue à l'auge support, se résument dans la possibilité de retourner le rail, dont la table inférieure n'est exposée à aucune altération, et dans une durée plus grande résultant de ce que les auges sont reliées d'un côté à l'autre de la voie par des barres de

fer, en sorte que le système ne renferme pas d'autre bois que celui de serrage des rails dans les auges.

Avec des rails éclissés de 32^{k},120, le prix de l'établissement d'une voie simple avec supports en auge est de 25 à 26 mille francs par kilomètre, y compris les droits de brevet.

Coussinets-supports en fonte. — Ces supports en fonte, dont le brevet a été pris par M. Peter W. Barlow, sont formés de deux pièces, qui se boulonnent l'une à l'aure, en serrant le rail entre deux mâchoires, sans l'intermédiaire d'aucun coin.

Le support de joint porte d'ordinaire en son milieu une troisième mâchoire, qui doit enfermer ce joint. On peut remplacer cette mâchoire par des éclisses.

Les rails des deux côtés de la voie sont reliés par des traverses en fer, placées seulement à l'endroit des joints. Cette liaison est présentée par M. Peter W. Barlow comme étant généralement suffisante, à cause de la large semelle des coussinets, pour maintenir le parallélisme des deux rails. Cependant, lorsque le trafic est considérable, l'inventeur reconnaît la nécessité d'ajouter une traverse entre deux joints consécutifs.

Avec des rails de 30 kil., l'établissement d'une voie simple dans ce système coûte 22 à 23 mille francs par kilomètre, quand on emploie des coussinets à trois mâchoires pour fixer les abouts des rails, et 23 à 24 mille francs, quand on emploie des éclisses.

Dans ces prix est comprise la valeur des traverses intermédiaires.

Le système P. W. Barlow, lorsque l'on emploie les coussinets de joint à trois mâchoires, présente un grave inconvénient résultant de la difficulté de fondre les trois mâchoires exactement en ligne droite.

Support en fonte de M. P. W. Barlow. — Un autre système, analogue au précédent, a été proposé par M. P. W.

Barlow, seulement les supports, au lieu d'être formés de deux parties plates en dessous boulonnées l'une contre l'autre, sont fondus d'une seule pièce concave ou convexe en dessous, et portent deux véritables coussinets venus de fonte avec le support. Le rail est fixé dans ces coussinets par des coins en bois.

Les supports sont reliés de deux en deux par des traverses d'écartement en fer.

Un kilomètre de voie simple construite dans ce système, avec joints éclissés, coûte environ 23 mille francs.

L'application des supports en fonte, faite à 24 kilomètres du Midland, à 96 kilomètres de chemins irlandais, et à l'embranchement de Shepreth sur l'Eastern-Counties, paraît avoir donné des résultats assez satisfaisants. Sous plusieurs tunnels, où les traverses en bois se détruisaient très-rapidement, on a fait un emploi avantageux du système Barlow.

Grands rails en forme de selle, système W. H. Barlow.— M. William-Henri Barlow a envoyé à l'exposition universelle plusieurs échantillons de ses rails, qui ont tous pour but la suppression des coussinets ou supports.

Les rails Barlow ont la forme de selle ou d'auge se rétrécissant vers le fond. Cette auge renversée repose directement sur le ballast par une base de $0^{m},30$ de largeur.

Celle des dispositions des rails de ce système qui donne les meilleurs résultats est celle dans laquelle les bords de l'auge sont recourbés horizontalement (¹).

Les joints des rails sont consolidés par une plaque, épousant leur profil intérieur et pesant $25^{k},400$. Cette plaque est fixée aux rails par douze rivets.

Les traverses d'écartement peuvent présenter le même profil que les plaques de joint. En employant deux de ces

(¹) C'est cette forme qui a été employée au pont d'Arcole pour supporter le ballast.

traverses par longueur de rail, le kilomètre de voie simple coûte 24 mille francs, avec des rails de 39k,54.

Lorsque l'on emploie des traverses en bois créosoté et que l'on fixe le rail sur ces traverses à l'aide de clous à crochet, le prix du kilomètre de voie simple est réduit à fr. 20,000.

On s'est aussi servi, pour traverses d'écartement, de cornières pesant 25k,400; le prix de la voie précédente est alors augmenté d'environ 400 francs.

Les rails Barlow ont été appliqués à un grand nombre de chemins de fer anglais et irlandais. Le chemin de fer du Midi, en France, s'est décidé à les employer, en leur donnant un poids de 45 kilog. par mètre courant.

Le poids des rails de ce système a beaucoup varié dans les applications; les écarts de ce poids sont compris entre 36k,500 et 62k,000 le mètre courant.

La largeur et la forme du rail Barlow rendent son prix plus élevé que celui des rails ordinaires, de fr. 25,00 à fr. 37,80 par tonne. On attribue d'ailleurs à ce système une économie, sur les frais d'entretien de la voie, s'élevant à 160 francs environ, par an, pour un kilomètre de voie simple. Néanmoins, on peut remarquer que les rails Barlow sont, à cause de leur forme, fabriqués avec un fer un peu tendre et qu'il doit en résulter nne usure assez rapide.

Supports en fonte pour Bridge-Rails ou Rails Brunel. — Les rails Brunel ont, comme on le sait, une forme d'auge renversée à bords repliés horizontalement; Sir John Macneill, dans le système breveté en sa faveur, les fait porter sur des supports en fonte.

Les supports Macneill présentent à leur partie supérieure une nervure, qui pénètre dans la cavité du rail, sans la remplir entièrement, et deux ergots placés de chaque côté de la semelle. Le rail est boulonné sur le support.

Coussinets Parsons. — Le coussinet pour lequel M. Parsons est breveté réunit les extrémités des rails à l'aide d'une cla-

vette en fer forgé, ou en fonte, appliquée contre le rail, et de deux blocs, ou coussins en bois, placés entre la clavette et le coussinet.

Les coussins en bois, coupés de manière que les fibres soient perpendiculaires à la direction des rails, entrent d'une certaine quantité dans des logements qui leur sont ménagés dans les joues des coussinets.

En pratiquant des entailles au ciseau sur la face des clavettes en fer, qui touche les coussins en bois, on empêche tout déplacement de ces clavettes après la pose.

— Un autre système de clavettes en fer présente deux saillies, qui s'emboitent dans des rainures faites dans les joues du coussinet. Ces rainures, étant plus profondes que les saillies des clavettes, on peut serrer celles-ci au moyen de petits coins en fer, introduits verticalement dans l'espace de la rainure resté libre.

— Enfin, on a exposé un coussinet dont l'une des joues est courbe. Sur cette joue courbe s'applique un coussin en bois debout, et le rail est serré par deux coins en fer, placés symétriquement et traversés par un boulon parallèle aux rails, qui permet, en rapprochant les coins, d'opérer le serrage.

Ces deux derniers coussinets ne semblent pas destinés à être fréquemment employés; leur prix, qui doit être assez élevé, ne paraissant pas devoir être compensé par des avantages notables.

— Les principaux systèmes qui précèdent ont pour but de supprimer les traverses en bois.

Si l'on remarque que la longueur de voie posée en Angleterre sur des traverses en bois est de 11,270 kilomètres environ, ce qui élève à 123 millions de francs la somme dépensée pour les billes seulement [1]; et si l'on estime que la

[1] En supposant par 0m,914 de longueur une bille valant 5 francs.

durée moyenne des billes est de dix ans, on trouvera que l'emploi des billes occasionne une dépense annuelle de 12,300,000 fr. On ne s'étonnera donc pas des nombreux efforts faits par les ingénieurs anglais pour substituer le fer au bois dans l'établissement de la voie des chemins de fer.

Ces efforts n'ont malheureusement pas été couronnés d'un succès assez incontestable pour faire renoncer définitivement au système ancien. Les rails éclissés, à double champignon symétrique ou les rails américains, sur traverses en bois ont jusqu'ici soutenu la lutte avec avantage.

Au surplus, les résultats des expériences faites sur les traverses préparées par le procédé Boucherie doivent, s'ils sont confirmés, écarter l'objection principale élevée contre l'emploi du bois.

EMPIRE FRANÇAIS.

On sait que la Compagnie du Nord, en France, et l'administration des chemins de fer de l'État, en Belgique, paient les traverses en hêtre et en charme, préparées par le procédé Boucherie, sensiblement au même prix que les traverses en chêne non préparées, et il résulte des rapports faits par MM. Delebecque et Dalon à la Compagnie du Nord, que les traverses Boucherie se conservent « d'une manière absolue. »

L'état de conservation des traverses, employées depuis huit ans, qui ont été exposées au palais de l'Industrie par M. le docteur Boucherie, est tel que, si, comme il y a lieu de l'espérer, elles n'ont pas été choisies pour les besoins de la cause, on pourrait dire avec MM. Delebecque et Dalon : « qu'il n'est pas possible de prévoir une limite à leur durée. »

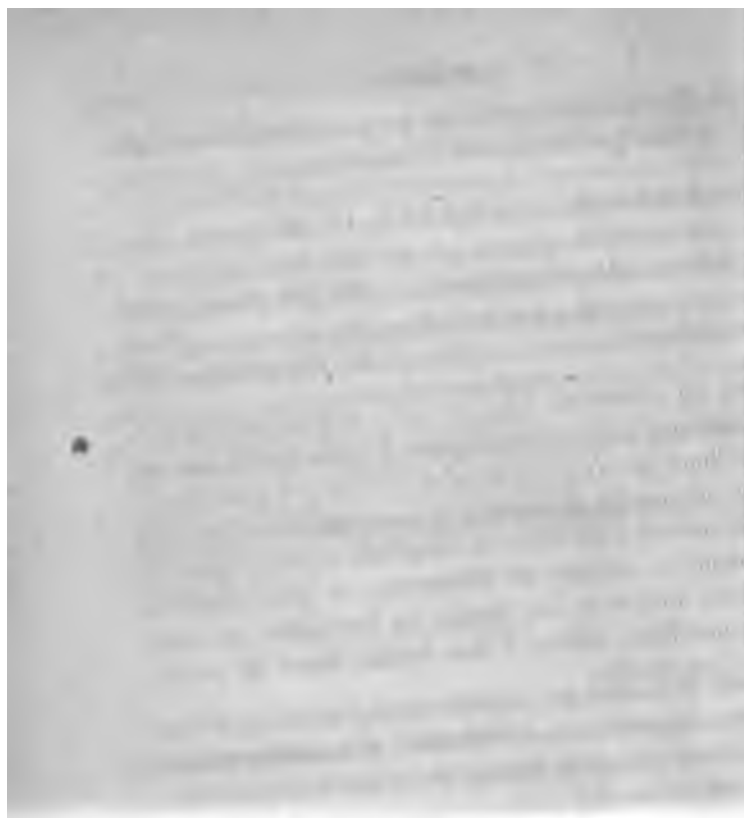
— En terminant ce qui a rapport à l'établissement de la voie des chemins de fer, on ne peut se dispenser de signaler les progrès réalisés, dans ces derniers temps, par l'industrie du laminage. Il suffit d'ailleurs pour constater ces progrès de

rapprocher des anciens rails de $4^m,50$ de longueur quelques rails exposés par l'Angleterre et consistant en :

1	rail Barlow de	$16^m,00$	pesant 714^k
1	rail américain	18 ,00	
1	rail à double champignon. . .	22 ,80	pesant 969^k
1	Id.		1000^k
1	rail Brunel.	24 ,45	pesant 734^k

Tout en admettant pour ces rails, comme pour un certain nombre d'autres objets exposés à Paris, que ce sont des échantillons, qui n'ont été obtenus qu'à des prix assez élevés, on doit néanmoins reconnaître que les tentatives faites ont conduit souvent à des résultats inespérés ; et, en présence de ces conquêtes récentes de l'industrie, on peut concevoir l'espérance fondée de voir bientôt ces merveilles, qui étonnent aujourd'hui, arriver à leur dernier degré de perfection : le bon marché.

Bruxelles, 17 novembre 1855.





—

NOTICE

SUR

LA CONSTRUCTION D'UN CUVELAGE EN MAÇONNERIE,

DE 130 MÈTRES DE HAUTEUR,

A LA HOUILLÈRE DE L'AUMÔNIER, CONCESSION DE BONNE-FIN, A LIÉGE;

PAR M. VICTOR FLAMACHE,

SOUS-INGÉNIEUR DES MINES.

Le bure de l'Aumônier, dépendant de l'ancien siége d'exploitation du même nom, est situé dans la partie sud de la concession des mines de houille de Bonne-Fin, appartenant à MM. J. M. Orban et Ce, à proximité du chemin de fer et de la station du Haut-Pré, à Liége. Il a été commencé en 1776 et n'a pas dépassé la profondeur de 183 mètres.

On y a successivement exploité les couches Cérisier, Crusny, Pawon et Rosier (V. fig. 1, pl. IX). Un bouxtay a été descendu jusqu'au Pestay, mais aucun travail d'exploitation n'a été pratiqué dans cette couche.

Les travaux de la houillère de l'Aumônier ont été complétement abandonnés en 1806, à cause de l'abondance des eaux.

En 1848, la Société de Bonne-Fin, s'étant décidée à remettre en activité cet ancien siége d'exploitation, y fit établir une machine d'épuisement à traction directe de la force de 400 chevaux, munie de pompes de 50 centimètres de diamètre, et fit continuer l'avaleresse en dessous de 183 mètres. On creusa en même temps un bure d'air et aux échelles à 15 mètres à

l'ouest du grand bure. Ces deux puits devaient être approfondis jusqu'à 400 mètres.

Pendant l'exécution de ces travaux préparatoires qui eurent lieu de 1850 à 1852, une exploitation pratiquée dans d'anciens massifs des couches Pawon et Rosier ménagés lors de l'exploitation primitive, eut pour résultat d'amener sur le puits de l'Aumônier un très-fort volume d'eau provenant des anciens cours d'ouvrages des bures Closset, Vieille Haye, etc., qui obligea de cesser toute extraction.

L'avaleresse qui avait été abandonnée provisoirement, pendant que l'exploitation dont nous venons de parler avait atteint sa plus grande période d'activité, fut reprise de nouveau. Parvenue à 192 mètres, elle rencontra, dans le massif de roche qui sépare les couches Rosier et Pestay, un banc de grès très-aquifère qui augmenta encore la venue d'eau au point de rendre impossible la continuation de l'approfondissement.

La quantité d'eau fournie alors par la machine avait atteint 5925 mètres cubes par 24 heures ou $4^{mc},115$ par minute.

Dans cet état de choses, l'attention de la Société fut naturellement attirée vers la possibilité d'augmenter la puissance de ses moyens d'exhaure ou de détourner une partie des eaux. C'est à ce dernier parti qu'elle s'arrêta. Elle dirigea vers le bure de l'Aumônier une des branches de l'ancienne areine de Gersonfontaine, dont l'orifice est situé au boulevard de la Sauvenière à Liége. Cette galerie, d'un développement de 600 mètres environ, déboucha dans le puits à la profondeur de 78 mètres, niveau de la couche Veinette.

L'établissement de cette communication eut des conséquences très-favorables; d'un côté, elle ouvrait une voie d'écoulement aux eaux superficielles; de l'autre elle permettait de supprimer une colonne de pompes de 78 mètres de hauteur puisque la machine pouvait verser ses eaux sur la nouvelle galerie d'écoulement. On établit donc un second jeu de pompes de 50 centimètres à côté du premier et à l'aide

de cet accroissement de puissance, on put descendre les puits jusqu'à la profondeur de 211 mètres.

Mais à part la difficulté de continuer l'enfoncement des bures avec ce double jeu de pompes, les frais journaliers d'épuisement avaient atteint un taux tellement élevé pour un avancement à peine sensible, que l'on dut songer à refouler une partie des eaux au moyen d'un cuvelage.

Ici surgissaient de nouvelles difficultés; le puits était rectangulaire, il avait $5^m,00$ sur $2^m,25$ de côté et la longue portée des pièces faisait hésiter avec raison à donner cette forme à un cuvelage destiné à supporter une pression de 13 atmosphères. D'un autre côté la construction d'un cuvelage polygonal sur une aussi grande section, obligeait à entailler les parois du puits, de manière à leur donner une forme à peu près carrée, travail qui occasionnait un déblai énorme et qui pouvait d'ailleurs, offrir des dangers à cause du peu de solidité de ces parois.

Dans cette alternative, les ingénieurs de la société de Bonne-Fin, furent d'avis de se borner à établir un cuvelage rectangulaire en bois, de 60 mètres de hauteur seulement, entre les couches Pestay et Crusny, de manière à renfermer les eaux des couches Pawon et Rosier dont les vides auraient servi de réservoir. Ce projet, en permettant de laisser de temps à autre reposer la machine d'épuisement qui pouvait continuer de fonctionner à 211 mètres avec son double jeu de pompe, amenait une économie notable dans les frais d'épuisement.

Consulté à ce sujet, M. l'ingénieur en chef Wellekens fit observer que ce projet, quoique présentant déjà de grands avantages au point de vue économique, était encore incomplet; qu'il grevait la houillère d'un épuisement permanent qui absorbait toute la force de la machine et qu'il croyait possible et en tous cas préférable, de refouler complétement les eaux jusque sur la xhorre de Veinette en renforçant suffisamment le cuvelage que l'on prolongerait jusqu'à cette couche.

Deux projets dressés dans le sens des modifications proposées par ce fonctionnaire, ne reçurent point son approbation et la question resta en suspens.

Un ingénieur conseillait d'isoler la pompe à feu et de construire un cuvelage polygonal dans le compartiment d'extraction que l'on aurait seul approfondi, la machine continuant à prendre les eaux au Rosier. Mais cette nouvelle disposition présentait un inconvénient des plus graves, en privant l'exploitation des couches inférieures de moyen d'exhaure.

Ce fut dans ces circonstances que l'on songea à l'emploi de la maçonnerie. Mais pouvait-on espérer qu'un cuvelage en briques résisterait à une pression constante de 13 atmosphères sans éprouver de dislocation ou donner lieu à des fuites d'eau considérables?

Là était la question.

Cependant la société de Bonne-Fin, qui entrevoyait dans l'adoption de ce genre de construction, déjà employé avec succès dans plusieurs mines de la Westphalie [1] et de Seraing, un terme aux immenses sacrifices qu'elle s'imposait depuis plus de cinq ans sans résultat, ne crut pas devoir reculer devant ces probabilités et recourant aux lumières de M. l'inspecteur général des mines Devaux, elle pria ce haut fonctionnaire de vouloir bien lui faire connaître son opinion à cet égard.

La réponse de M. Devaux fut favorable au projet; un cuvelage en maçonnerie pouvait satisfaire à toutes les exigences pourvu que l'on donnât aux compartiments du puits des formes régulières, telles que tout en contribuant à renforcer le cuvelage, elles permissent de conserver la machine d'épuisement.

La société chargea alors MM. de Rossius-Orban, président du conseil d'administration et Bia, ingénieur des travaux, de

[1] Les premiers cuvelages en maçonnerie ont été établis près d'Essen en 1842. Les premiers dans la province de Liége, ont été construits par la société Cockerill en 1847. Ceux-ci ont 41^{m} et 46^{m} de hauteur.

visiter les constructions analogues, établies dans le bassin houiller d'Essen, en Westphalie, et à la houillère de l'Espérance à Seraing.

A la suite de cette inspection, M. Bia soumit au conseil d'administration un projet dressé d'après les nouvelles indications de M. l'inspecteur général, qui fut définitivement approuvé par la société et sanctionné par l'administration. Ce projet est représenté par les figures 1, 2, 3, 4 et 5, pl. IX.

Nous avons cru devoir entrer dans ces développements dans le but non seulement de faire connaître les divers moyens auxquels on pouvait recourir pour remédier à la situation presque désespérée d'un établissement, appelé à devenir l'un des plus importants du bassin houiller de Liége, mais aussi pour signaler le courage et la persévérance d'une société qui avait déjà consacré à cette entreprise au delà d'un million de francs et qui voyait ses dépenses compromises et ses efforts exposés à ne point réussir.

Aujourd'hui cette belle construction est achevée et un succès complet semble devoir lui être acquis. L'application de la maçonnerie à la construction des cuvelages d'une grande hauteur, réalise un progrès marqué dans l'art et ne tardera probablement pas à se généraliser. C'est dans cette intention que nous publions la présente notice (1).

(1) Nous ne pouvons terminer cet aperçu sans rendre justice à l'esprit d'initiative qui anime la société de Bonne-Fin, héritage de l'un de ses plus estimables fondateurs, feu Henri-Joseph Orban père, dont l'industrie liégeoise déplore encore la perte. Rappelons à ce sujet que ce fut sur la proposition formelle de cet honorable industriel que cette société établit en 1806, à sa houillère Plomterie, la première machine à vapeur d'extraction qui parût dans le pays et que plus tard, en 1819, elle adopta la première, le mode de transport par chemin de fer et chevaux à l'intérieur de ses mines.

Ce fut encore à son intervention que l'on dut la construction des plates-cuves des bures Bâneux et de la Vigne, gigantesques ouvrages d'art, conçus et exécutés sous la surveillance de M. Devaux, alors ingénieur du 5e district des mines à Liége, qui sauvèrent la houillère Plomterie des suites de la catastrophe qui en amena l'inondation complète en 1825, et qui permirent la reprise de l'ancien siége d'exploitation du Bâneux. A cette occasion la société de Bonne-Fin dépensa encore un million de francs. (Voir à ce sujet la notice de M. l'ingénieur Wellekens, *Annales des mines*, de France, tome XII, VIe livraison de 1837.)

Construction du cuvelage du puits d'extraction et d'épuisement.

La figure 2 représente une section horizontale pratiquée dans le corps du cuvelage au-dessus de l'assise ; les fig. 3 et 4 des coupes verticales suivant les deux axes du puits.

Construction de l'assise.

L'assise du cuvelage est établie dans le mur de la couche Pestay. Elle se compose de deux parties distinctes, savoir :

1° D'une voûte en pierre de taille, dite petit granit, en plein cintre, située à 6^m.50 en dessous de ladite couche et supportant la maçonnerie du parti-bure ou cloison qui sépare les compartiments d'extraction et d'épuisement.

2° De l'assise proprement dite, établie à 3^m,00 au-dessus de la voûte. (Voir les fig. 1, 2, 3, 4 et 5.)

C'est par la construction de la voûte dont les fig. 4 et 5 représentent les projections, qne l'on a commencé le cuvellement du puits.

Dès que le parti-bure eut atteint le niveau de l'assise, on s'est occupé de l'établissement de celle-ci. A cet effet, on a pratiqué dans les parois du puits, à l'*aide du pic*, une entaille dont le fond parfaitement plan a été achevé au ciseau. La forme de cette excavation est représentée par la fig. 3. Sa profondeur est de 1^m,30, le fond incline légèrement vers les parois sur tout le pourtour du puits.

La construction de la base du cuvelage, de même que celle du revêtement n'ont présenté aucune difficulté. Après avoir garni de mortier le sol de l'excavation, on a procédé à la pose du premier lit de maçonnerie qui se compose de cinq rouleaux de briques placées *sur champ* et dirigées suivant des rayons en commençant par le rouleau intérieur. Ce premier lit de maçonnerie est suivi de deux autres comprenant également

cinq rouleaux, mais dont les briques sont placées *sur boutisse* c'est-à-dire sur leur plat.

Les 4e et 5e assises de briques se composent de 4 rouleaux.

Enfin la 6e assise est formée de 3 rouleaux entre chacun desquels on a ménagé un espace de 4 centimètres de largeur que l'on remplit de mortier avec soin. Ce remplissage règne sur toute la hauteur du cuvelage et enveloppe chaque rouleau d'une espèce de chemise imperméable.

Le prolongement de ces trois rouleaux constitue le corps du cuvelage. (Voir la fig. 2.)

Toute cette maçonnerie se fait à bain de mortier; tous les joints et toutes les petites cavités existant contre la roche, sont soigneusement bouchés. A l'exception du rouleau intérieur, toutes les briques nagent pour ainsi dire dans le mortier au point que sur $4\,{}^1/_2{}^{m^3}$ de maçonnerie, il entre près de 3^{m^3} de mortier. Cette profusion de ciment hydraulique est considérée comme une condition essentielle pour assurer l'imperméabilité du revêtement.

La maçonnerie du parti-bure se relie à celle du cuvelage au niveau de l'assise et s'exécute en même temps; elle a 50 centimètres d'épaisseur.

A et A' sont des prismes verticaux, aussi en petit granit, de 30, 35 et 40 centimètres de hauteur, superposés, et contre les faces desquels s'appuient les briques du premier rouleau. L'espace vide qui règne entre ces montants est rempli par une maçonnerie spéciale composée de briques sur champ.

Au fur et à mesure que le revêtement atteint les anciens chargeages on bouche ceux-ci avec une maçonnerie aussi épaisse que possible, établie à quelques mètres du puits, et suivie d'un bétonnage, de manière à ne laisser subsister de vide en aucun point.

Personnel. — Il se compose de deux postes d'ouvriers par 24 heures, chacun de 6 maçons aidés de deux mineurs.

Le premier poste de maçons descend à 6 heures du matin et remonte à 6 heures du soir; le second travaille jusqu'au lendemain matin.

Les mineurs se renouvellent au bout de 8 heures; ils forment une brigade de 4 hommes.

Les maçons sont répartis sur tout le contour du cuvelage; ils sont placés sur des paliers provisoires, posés sur des traverses en bois, dont les extrémités sont logées dans de petites niches en fonte engagées dans la maçonnerie et destinées à recevoir les bois de guidonnage dont nous parlerons tout à l'heure.

Les mineurs reçoivent les matériaux à l'arrivée du cuffat et les posent à portée des maçons; ils concourent à la pose des échafaudages, déboisent le puits, etc. Ils sont payés à raison de 2 fr. 50 pour 6 heures de travail.

Les maçons touchent 4 fr. 20 pour leur journée de 12 heures; ils peuvent remonter une heure à midi pour prendre leur repas et se sécher.

Le retaillage des parois du puits sur les dimensions nécessaires, précède la construction du revêtement et s'exécute par les mêmes ouvriers, les maçons battant la mine et les mineurs manœuvrant le fleuret.

Malgré les conditions défavorables du travail, ces ouvriers font, comme on le voit, double journée. En 24 heures ils peuvent achever de 75 à 80 centimètres de hauteur de maçonnerie dans les deux puits [1].

Guidonnage du puits.

Dans le but de guider les cages d'extraction dans le cuvelage, on a intercallé dans la maçonnerie de petites niches en fonte disposées symétriquement, à $1^{m},20$ de distance verti-

[1] Il est bon de noter ici qu'avant de se rendre à leur travail, les maçons s'enduisent les mains de goudron pour les préserver de l'action corrosive de la chaux.

cale. Ces petits appareils sont destinés à loger les extrémités des traverses contre lesquelles seront boulonnés les guides.

Assise des pompes.

Deux assises de pompes sont établies dans le cuvelage, la première à la couche Crusny, la seconde au Domina.

La construction d'une bonne assise de pompes dans un cuvelage en maçonnerie, réclamait un examen sérieux à cause des dangers dont elle était environnée. Non seulement la maçonnerie doit supporter le poids de la colonne de pompes, mais elle doit pouvoir résister surtout aux chocs et à l'ébranlement considérable occasionnés par le jeu de la maîtresse-tige. On conçoit que la plus légère dislocation, la plus petite fente dans le revêtement, suffisent pour livrer passage à l'eau et nuire à son efficacité. Dans un cuvelage en bois, il est facile de prendre des points d'appui, les pièces y sont solidaires et offrent une élasticité très-grande à l'action des chocs. Il n'en est pas de même dans une maçonnerie : ici l'effet des secousses en se transmettant immédiatement aux assises de briques les plus rapprochées, pourrait, au bout d'un certain temps, ébranler la maçonnerie, si l'on n'avait pas le soin de répartir cette action sur la plus grande surface possible.

Après un examen attentif et une discussion approfondie de tous les moyens qui pouvaient être appliqués en cette circonstance, les directeur et ingénieur de la société ont adopté le procédé suivant.

Le revêtement étant parvenu à 3 mètres en-dessous du point choisi pour l'établissement de l'assise d'une pompe, on a commencé par entailler les parois du puits d'épuisement, de manière à élever la maçonnerie jusqu'au niveau de l'assise avec une épaisseur de cinq briques au lieu de trois.

On a ensuite posé sur le dernier lit de la maçonnerie deux taques en fonte, de $2^{m},50$ de développement chacune sui-

vant la circonférence extérieure, 0m,55 de largeur et 7 centimètres d'épaisseur, de façon à recouvrir horizontalement deux portions égales de la surface des deux premiers rouleaux.

Au centre de chacun de ces plateaux on a fixé une chapelle également en fonte, de 50 centimètres de profondeur intérieure, 50 centimètres de largeur et 1m,50 de hauteur, destinée à loger les extrémités des pièces d'assises de la pompe (bois de bac) consistant en 3 poutres superposées de 50 centimètres d'équarrissage. Après avoir rivé les chapelles aux taques, on a continué la maçonnerie sur l'épaisseur de 5 briques, dont 3 par conséquent derrière les chapelles, jusqu'à hauteur des couvercles. Ce n'est qu'alors que l'on a introduit les trois bois de support. Après la fermeture des chapelles, on a prolongé la maçonnerie sur la même épaisseur jusqu'à 2m,50 au-dessus des couvercles, point où le cuvelage reprend ses dimensions primitives.

Composition et préparation du mortier.

Le mortier employé dans la construction du cuvelage, se compose de 7 parties de trass d'Allemagne et de 5 parties de chaux hydraulique de Chaudfontaine, éteinte, le tout passé au tamis de soie.

Il se prépare comme suit :

On verse séparément sur une aire en planches légèrement concave, 7 mesures, de 1/4 d'hectolitre, de trass et 5 mesures de chaux. Ces deux substances sont d'abord mêlées à sec et on en forme un tas que l'on arrose d'eau par petites quantités à la fois. Deux ouvriers munis de râbles remuent la matière bien horizontalement. Toutes les parties du mélange sont successivement ramenées vers le centre et travaillées jusqu'à ce que le mortier ait acquis la consistance et l'homogénéité voulues.

On reconnait que le mortier est bien fait lorsque sa cou-

leur est uniforme d'un gris-jaunâtre sale, et que l'on n'y distingue plus les grains de chaux.

Ainsi préparé, le mortier est de suite expédié au fond du puits; sa consistance est encore demi-liquide, c'est-à-dire qu'il remue dans la brouette pendant le transport au cuffat.

Lorsque le mortier n'est pas employé immédiatement, il acquiert au bout de quelques heures une certaine dureté et l'on est obligé de le travailler de nouveau. A cet effet, on le hache en tranches de 1 à 2 centimètres d'épaisseur à l'aide d'une barre de fer préparée pour cet usage; il reprend alors plus de fluidité et la manipulation s'achève sans nouvelle addition d'eau.

Quatre ouvriers sont employés à la confection du mortier; ils en préparent, en 12 heures, 51 hectolitres et reçoivent chacun fr. 1,90 pour leur journée.

Composition du béton.

Le béton dont on s'est servi pour le remplissage des bouxtays, chargeages, etc., se compose de :

3 parties de chaux hydraulique éteinte,
2 1/2 id. briques pilées,
2 1/2 id. trass en poudre.

Renseignements économiques.

On peut estimer le prix de revient moyen du mètre cube de cuvelage à 32 francs.

L'hectolitre de trass moulu et tamisé coûte, rendu à la houillère	fr.	3,70
L'hectolitre de chaux éteinte et tamisée	»	1,80
L'hectolitre de mortier préparé	»	2,82
Le mille de briques choisies, rendu	»	18,50

Bure d'air.

L'exécution du cuvelage du bure d'air ne diffère en rien du précédent. L'assise est établie au même niveau et a également 5 briques d'épaisseur. Le revêtement commencé sur 3 briques se termine à 2.

Ce puits est elliptique ; ses dimensions sont de $3^{m},40$ sur $2^{m},40$. Une cloison en maçonnerie appuyée également sur une voûte en pierre de taille, le divise en deux compartiments dont l'un de $2^{m},20$ suivant le grand axe, servira au retour de l'air, le second recevra des échelles ou une fahrkunst.

—

Il nous reste encore à donner rapidement quelques renseignements sur les moyens employés pour remédier à certaines difficultés inhérentes au travail.

Dans le but de maintenir sur le lit de maçonnerie la quantité d'eau nécessaire à la prise du mortier, on faisait dépasser d'une brique le second rouleau de manière à laisser subsister sur le troisième rouleau une hauteur d'eau égale à l'épaisseur de la brique ; le trop plein s'écoulait par de petits tuyaux en fer ménagés provisoirement dans les deux premiers rouleaux.

Lorsque le revêtement atteignait des points où l'eau affluait avec plus d'abondance, comme par exemple aux anciens chargeages, etc., on avait recours à des tuyaux en fonte, dits *busettes*, de 7 centimètres de diamètre intérieur, carrés extérieurement, mais dont l'épaisseur allait en augmentant de manière à former coin dans la maçonnerie. Ces tuyaux établis à demeure, sont munis à l'une de leurs extrémités d'un rebord ou collet s'appuyant derrière le dernier rouleau. L'orifice qui débouche dans le puits est taraudé et se ferme au moyen d'un bouchon en fonte précédé d'une broche en saule que l'on enfonce sur toute la longueur du tuyau.

Les busettes avaient un double but : outre l'écoulement qu'elles offraient à l'eau, elles empêchaient la pression de s'exercer contre la partie de maçonnerie fraichement construite; on ne les fermait que lorsque celle-ci avait acquis assez de solidité.

Lorsque par suite d'un accident aux pompes ou d'une augmentation subite de la venue d'eau, on était obligé d'interrompre momentanément le travail, le mortier du dernier lit de maçonnerie acquérait, au bout de peu de temps, une certaine dureté et il était difficile de bien relier la reprise dès que l'interruption dépassait 36 à 48 heures. Dans cette circonstance on obtenait un très-bon résultat en nettoyant soigneusement toute la surface de la dernière assise de briques et à l'aide d'une pointe très-fine on picotait tous les joints, de manière à obtenir une surface raboteuse dont les aspérités favorisaient la prise du nouveau mortier.

Ce moyen réussissait très-bien, quand le chômage n'était pas trop long; mais dès que le travail était interrompu pendant 8 jours ou plus, indépendamment de l'opération qui précède, on creusait dans la roche, derrière le dernier rouleau de maçonnerie, une rigole de 20 à 25 centimètres de largeur et 35 à 40 centimètres de profondeur, que l'on remplissait de mortier. On continuait ensuite la maçonnerie dans les mêmes conditions sur une hauteur de 50 centimètres environ, de manière à entourer le joint des reprises d'une espèce de manchon imperméable de 85 à 90 centimètres de hauteur. La maçonnerie était continuée ensuite comme à l'ordinaire.

On a eu de semblables suspensions de travail pendant plus de six semaines et les reprises ainsi opérées, ont parfaitement réussi.

Résultat des expériences.

Le cuvelage a été terminé le 28 novembre 1855.

A partir de ce jour jusqu'au 14 décembre suivant, on a

laissé remonter les eaux dans l'intérieur des puits, afin de donner à la partie supérieure des maçonneries le temps d'acquérir assez de solidité.

Du 14 au 16 décembre, on épuise les eaux et on enlève du fond du puits une partie des déblais qui y étaient accumulés.

En ce moment le cuvelage supporte toute sa pression (129.500 kilogrammes par mètre carré à la base); on observe qu'il est resté intact sur tous les points.

Jusqu'à 100 mètres de profondeur à partir du canal d'écoulement, on n'aperçoit aucune filtration. Le suintement est insensible.

A 110 et à 128 mètres deux légères filtrations se montrent dans le compartiment d'extraction. Les fentes ne sont pas visibles et les jets n'accusent aucune pression.

L'assise est parfaitement étanche, ainsi que les parois du puits sur lesquelles elle repose.

On n'observe aucun dérangement à la voûte qui supporte le parti-bure.

Le 16, à 5 heures $^3/_4$ du matin, on constate le niveau au fond du puits, et on laisse remonter les eaux.

Le 17, à 7 heures du matin, la tête d'eau s'était élevée de $29^m,70$.

La surface des deux puits étant de $8^m,70$, le volume d'eau correspondant à cette hauteur est de $258^{m^3},390$.

Le temps d'arrêt de la machine ayant été de 25 heures $^1/_4$, la venue d'eau par heure est donc de $\frac{258,390}{25,25} = 10^{m^3},233$.

2e *Expérience.* — Le 18, après 24 heures de suspension de la pompe à feu, la tête d'eau n'est plus montée que de 20 mètres, la venue est en conséquence réduite à $7^{m^3},250$ par heure.

3e *Expérience.* — Le 19, le niveau ne s'étant élevé que de $15^m,90$ pendant le même temps, le volume d'eau correspondant n'est plus que de $5^{m^3},760$.

4° *Expérience.* — Enfin le 20, la nourriture d'eau fournie tant par le suintement de la maçonnerie que par les deux filtrations dont nous venons de parler, est réduite à 4$^{m^3}$,480 par heure.

Ces quatre observations ayant été faites à des niveaux successifs, la diminution constatée dans la venue d'eau doit être attribuée en grande partie au ralentissement de vitesse résultant de l'équilibre de pression, qui s'est établi par suite de la hausse successive du niveau dans l'intérieur des puits, et qui influe naturellement sur le volume débité en un temps donné.

Avant la construction du cuvelage, la machine devait épuiser 247$^{m^3}$ d'eau à l'heure; aujourd'hui ce volume est réduit à 10$^{m^3}$.

Ce résultat ne peut que s'améliorer encore, car il est constaté que les cuvelages aussi bien que les serrements et les plates-cuves, construits en maçonnerie, ne sont pas complétement imperméables dans les premiers moments où ils sont soumis à l'épreuve; l'eau suinte à travers les pores et les joints des briques; mais cet effet se modifie au bout d'un certain temps et il n'est pas rare de les voir alors devenir tout à fait imperméables.

Liége, le 23 décembre 1855.

NOTICE

SUR

LE GISEMENT ET L'EXPLOITATION DU MINERAI DE FER

DANS LA PROVINCE DE HAINAUT,

PAR M. V. BOUHY,

INGÉNIEUR CIVIL DES ARTS ET MANUFACTURES, SOUS-INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES.

INTRODUCTION.

Le Hainaut est une des provinces de la Belgique les plus riches en minerai de fer; cette substance s'y trouve en grande quantité et sur beaucoup de points du territoire; jusqu'ici les gîtes connus ont contribué pour une grande part à l'alimentation des nombreuses usines à fer établies dans l'arrondissement de Charleroy; cependant, ils sont pour la plupart, loin d'être épuisés, et pendant longtemps encore ils pourront continuer à subvenir en partie aux besoins des établissements de la province; nul doute, d'ailleurs, qu'on ne découvre, par la suite, d'autres gîtes aussi avantageux que ceux qui sont actuellement en exploitation; déjà, plusieurs sont connus et n'ont été que peu ou point exploités, quoique se trouvant dans des conditions assez avantageuses sous le rapport de la richesse et de l'abondance du minerai; mais ce n'est qu'à des circonstances particulières et locales que l'on doit attribuer le retard apporté jusqu'ici à leur mise

à fruit, et ces circonstances, qui tiennent principalement à la distance à laquelle les gîtes se trouvent des usines et au manque de voies de transport convenables, finiront par disparaître entièrement, car le pays commence à être sillonné, dans tous les sens, par des chemins de fer qui mettent, pour ainsi dire, les minières à la porte des usines métallurgiques.

La mise en activité des minières est évidemment aussi subordonnée à l'état plus ou moins prospère de l'industrie du fer; quand l'industrie métallurgique est languissante, la production de certaines minières se ralentit ou s'arrête quelquefois entièrement; mais aussi, lorsque survient une époque meilleure, lorsque les usines entrent dans une ère de prospérité, ces minières sont bientôt remises en activité et les travaux d'exploitation ne tardent pas à être suffisamment développés pour subvenir aux besoins.

Le mode de gisement de ce minerai dans le Hainaut permet d'ailleurs de mettre, pour ainsi dire, du jour au lendemain, une grande quantité de mine de fer à la disposition des maîtres de forges. En effet, presque partout, ce minerai se présente en filons ou en amas couchés provenant d'épanchements de filons, amas situés à une faible profondeur sous le sol et recouverts par une couche de terre végétale ou de terrain meuble de quelques mètres d'épaisseur; si cette couche de terre végétale est peu puissante, en quelques jours le gîte est mis en état d'être exploité à ciel ouvert; si l'épaisseur de la couche de terrain meuble est telle qu'il faille exploiter le gîte souterrainement, un puits de faible profondeur est bientôt creusé dans ces terrains et l'amas peut être exploité de suite par galeries.

Outre la facilité d'une mise à fruit immédiate, ces gîtes présentent encore l'avantage de n'exiger, pour ainsi dire, aucune immobilisation de capitaux; un puits de faible profondeur à creuser, un treuil à établir et quelques autres travaux préparatoires de très-peu d'importance à exécuter,

voilà les seules dépenses de premier établissement qu'il y ait à faire pour mettre une minière en exploitation; le chômage d'une telle mine ne peut donc occasionner une grande perte à son propriétaire, puisqu'il n'y a que très-peu de fonds engagés; et cet avantage est d'autant plus grand que, dans les entreprises de mines en général, il faut souvent dépenser des sommes considérables en travaux préparatoires et de premier établissement avant d'atteindre le gîte; c'est le cas pour les mines de houille et les autres mines métalliques; cette dépense s'élève souvent, pour ces dernières, à plusieurs centaines de mille francs; si l'on suspend l'exploitation, on perd alors l'intérêt du capital ainsi immobilisé, sans compter que dans ce cas même on est encore obligé d'entretenir les travaux momentanément abandonnés, si l'on ne veut pas s'exposer à les voir se dégrader au point de ne pouvoir être utilisés lorsque l'on viendra les remettre en activité.

Sous le rapport de la richesse en minerai de fer et de la facilité de l'exploitation des gîtes, la province de Hainaut se trouve donc dans des conditions avantageuses. Si l'on considère en outre que l'on rencontre le charbon pour ainsi dire à côté du minerai de fer, que le bassin houiller que comprend ce territoire, fournit du combustible d'excellente qualité pour les opérations sidérurgiques, on devra reconnaître qu'il est peu de pays qui soient aussi bien partagés que l'est cette partie de la Belgique.

Dans cette notice, nous nous proposons de décrire, succinctement et d'une manière générale, le mode de gisement et d'exploitation, ainsi que la nature du minerai de fer dans le Hainaut; nous donnerons ensuite quelques détails sur chacun des gîtes qui y sont actuellement en exploitation.

CHAPITRE PREMIER.

§ 1er. — MODE DE GISEMENT.

Le minerai de fer se présente généralement, dans la province de Hainaut, en filons intercalés entre les roches des étages calcareux et quarzo-schisteux des systèmes Condrusien et Eifélien du terrain anthraxifère; leur direction générale est à peu près de l'Est à l'Ouest. Ces filons se sont épanchés vers la partie supérieure sur les roches avoisinantes; et ces épanchements ont formé des espèces d'amas couchés.

Ces gîtes qui sont partout recouverts par des terrains meubles (terre végétale, argile, lits de petits cailloux, etc.), sur une épaisseur de 1 à 9 ou 10 mètres, ont une puissance très-variable; quelquefois, cette puissance atteint 20 et même 30 mètres dans la partie supérieure du gîte, mais elle diminue rapidement dans la profondeur; à 20 ou 30 mètres sous le sol, on la trouve rarement supérieure à 2 ou 3 mètres; mais aussi, il arrive assez fréquemment que le gîte est plus riche en minerai dans la partie inférieure que vers la tête, et que ce minerai est de meilleure qualité.

Le minerai de fer n'est que rarement en contact direct avec les roches calcareuses ou schisteuses; presque toujours, il en est séparé par des lits d'argile souvent plastique, ou de sable, dont la puissance est assez variable; dans la partie inférieure des gîtes, on trouve presque partout de l'argile grisâtre ou noirâtre contenant quelquefois du soufre en assez grande quantité; la rencontre de cette argile est souvent, pour les mineurs, l'annonce qu'ils sont arrivés à l'une des parois du gîte.

La profondeur à laquelle ces gîtes se prolongent sous le sol, est aussi assez variable; dans certains endroits, on a trouvé que le gîte cessait à 8 ou 10 mètres sous la surface, mais aussi, dans la plus grande partie des cas, on n'en a pas trouvé le fond à 20 et même 50 mètres de profondeur. Comme on le verra dans la description que nous donnerons

plus loin des gîtes dans lesquels on a pratiqué des travaux d'exploitation, presque partout on a cessé de travailler avant d'avoir atteint le fond, de sorte que l'on ne peut préciser, pour la plupart des cas, quelle peut être la distance à laquelle les filons s'étendent en profondeur.

Presque tous les gîtes reconnus dans le Hainaut, renferment des eaux, généralement en assez grande quantité ; ces eaux, qui commencent à se montrer souvent à 6 ou 8 mètres sous la surface, deviennent tellement abondantes lorsque l'on est arrivé à une profondeur de 20 à 30 mètres, que l'on ne peut plus les épuiser au moyen de tonnes mues à bras, et que l'exploitation n'est plus possible qu'avec l'emploi de machines à vapeur.

La gangue ou nourriture de ces gisements est généralement formée de schistes désagrégés ou d'argile; cette dernière substance qui est la plus abondante, présente des couleurs très-variées; le jaune est cependant presque toujours la couleur dominante. Très-souvent, la gangue est plus abondante dans la partie supérieure que vers le fond du gîte; le minerai s'y trouve plus disséminé et s'y présente en morceaux moins volumineux qu'en dessous du niveau des eaux ; aussi, voit-on quelquefois dans le même gîte, le minerai perdre de 25 à 65 °/₀ au lavage, suivant qu'il provient de la partie inférieure ou de la tête.

On trouve souvent dans ces gîtes, des masses isolées d'argile presque pure, d'un volume plus ou moins considérable; on y rencontre aussi des blocs très-durs de schiste ou d'argile compacte renfermant au plus de 12 à 15 °/₀ de fer, et que les mineurs appellent *sourds,* ainsi que du carbonate de fer, désigné sous le nom de *teux*, en gros morceaux difficiles à exploiter; cette dernière substance se présente plus généralement dans la partie inférieure du gîte et surtout en dessous du niveau des eaux. Enfin, dans certaines localités, le minerai est mélangé de petits cailloux de quartz blanc ou de morceaux de silex appelés *Récheux* (gangue qui caractérise

généralement les minerais de fer fort), et l'on rencontre aussi, surtout dans la partie inférieure, du sulfure de fer (presque toujours sperkise) en morceaux plus ou moins volumineux, que les mineurs appellent *kisse*.

Nous avons dit que ces gîtes ont une épaisseur très-variable suivant la profondeur; la puissance varie aussi beaucoup suivant la direction; on rencontre fréquemment des rétrécissements considérables et tels qu'ils partagent le gîte en plusieurs parties qui se relient à peine et dont l'ensemble forme une espèce de chapelet; souvent cette absence de minerai se prolonge sur une distance telle que les gîtes sont tout à fait distincts quoiqu'ils aient eu la même origine.

Les gîtes dont nous venons de parler présentent souvent des épanchements qui se continuent à une distance plus ou moins grande, jusqu'à 100 mètres quelquefois, de la tête du filon; ces épanchements se sont faits généralement sur le calcaire; comme ils remplissent les dépressions qui se trouvent très-fréquemment à la surface de cette formation, on conçoit que le minerai se rencontre sur une épaisseur variable, et qu'il forme une nappe dont la face supérieure et surtout la face inférieure sont loin d'être régulières; c'est habituellement dans ces épanchements que l'on trouve des petits cailloux de quartz mécaniquement mélangés avec le minerai.

Enfin, l'on a constaté, en plusieurs endroits, l'existence du minerai de fer en couches dans le terrain houiller et dans le terrain reposant sur le calcaire; mais ces gîtes ont été peu explorés; le minerai qu'on en a retiré a d'ailleurs été trouvé de mauvaise qualité, et jusqu'ici, on n'en a pas rencontré qui soit exploitable avantageusement; ces découvertes ont simplement confirmé l'opinion que l'on avait, que les calcaires qui longent la formation houillère au nord contiennent des gîtes métallifères, et tôt ou tard, les recherches que l'on pourra entreprendre dans ces localités finiront probablement par être couronnées de succès.

§ 2. — MODE D'EXPLOITATION.

Peu d'exploitations sont opérées dans le Hainaut par les propriétaires mêmes des terrains dans lesquels se trouvent les gîtes de minerai de fer; presque partout, ce sont des maîtres d'usines, ou des particuliers isolés ou réunis en société, qui exécutent ces travaux, après être entrés en arrangement avec les propriétaires.

CONDITIONS REPRISES DANS LES CONTRATS DE CESSION DU DROIT D'EXPLOITER.

Les principales conditions imposées par les prorpriétaires pour la cession de leurs droits aux mines de fer, sont à peu près les mêmes partout; il n'y a, pour ainsi dire, que le prix du rendage et la durée de la cession qui varient suivant les localités, et qui dépendent de la richesse présumée du gîte, de la qualité du minerai et de la distance à laquelle les terrains miniers se trouvent des usines. Voici d'ailleurs, comment sont ordinairement conçus ces contrats de cession :

— *Entre les soussignés.... a été convenu ce qui suit :*

Les premiers nommés cèdent à partir de.... à.... le droit exclusif d'extraire, à ses frais, le minerai de fer qui se trouve dans leurs terrains (suit la spécification) *situés à....*

Cette cession a lieu aux clauses et conditions suivantes :

— *Le preneur paiera, par cense de minerai lavé, la somme de....* (Ce chiffre varie de fr. 3,00 à 10,00 suivant les localités, la nature et la richesse du minerai, le taux de la perte au lavage, les conditions de transport, enfin le nombre de concurrents; nous connaissons des cas où un exploitant qui se trouvait seul et avait contracté pour un prix de..., a dû doubler ce prix pour obtenir de nouvelles cessions parce qu'il se trouvait en concurrence avec un extracteur nouveau. Quelquefois, le prix est fixé par cense de minerai brut, et naturellement alors il est moins élevé et le preneur se règle

surtout sur la perte au lavage que peut subir le minerai ([1]).

— *On fixe ensuite de quelle manière se fera le cubage du minerai.* (On spécifie que le minerai, aussitôt après le lavage sera disposé en tas à base carrée ou rectangulaire, dont on détermine le nombre de *doubles* ou la hauteur, lorsque l'unité de mesure est la cense dite *au Bon-Dieu;* si c'est la cense *ordinaire* qui sert de mesure, il importe peu alors que l'on fixe la hauteur à donner aux tas ([2]).

([1]) La cense est l'unité de mesure employée dans le Hainaut; ses dimensions varient suivant les localités et les usages; mais cependant, on adopte généralement celle de l'Entre-Sambre-et-Meuse, qui équivaut, en moyenne, à 2 mètres cubes ou 20 hectolitres, et qui consiste en une pyramide tronquée dont la base est un carré de 7 pieds $^{3}/_{4}$ de Saint-Lambert de côté, et dont la hauteur est de 17 pouces; les autres censes ont 8 pieds pour côté du carré sur 17 pouces de haut, ou bien 6 $^{3}/_{4}$ pieds de côté sur 17 pouces de haut.

([2]) Voici la différence qu'il y a à employer la *cense ordinaire* ou la *cense au Bon-Dieu.*

Lorsque le minerai a été lavé, on le place en tas à base carrée ou rectangulaire, dont les côtés ont un certain nombre de fois 7 $^{3}/_{4}$ pieds ou $2^{m},30$ (mesure du côté de la cense) de longueur, et dont les faces latérales sont inclinées de 45° environ vers l'intérieur; on élève le tas jusqu'à ce que son plan supérieur soit arrivé à $0^{m},50$ au-dessus du sol, ce que l'on vérifie au moyen d'un *piquet* dit *poignard*, de $0^{m},50$ de hauteur, que l'on a planté dans le tas; on place ensuite et de la même manière sur ce premier tas, un deuxième tas également de $0^{m},50$, puis un troisième et un quatrième tas aussi de $0^{m},50$ chacun de hauteur; rarement, l'on en met un plus grand nombre; chaque assise de $0^{m},50$ ainsi formée, constitue ce que l'on appelle un *double*; on dit alors que le mont a autant de doubles qu'il y a de tranches de $0^{m},50$ superposées. S'il y a quatre doubles, la hauteur du mont devrait donc être de deux mètres; mais la hauteur totale du mont n'est plus de deux mètres parce que le minerai s'est tassé et que l'on a pris les mesures avant le tassement; on calcule cependant comme si elle était de deux mètres; pour quatre doubles, la hauteur totale n'est souvent que de $1^{m},80$ et même moins, au lieu de deux mètres. Le cubage des monts, calculé de cette manière, est dit à la cense *ordinaire* ou *au poignard.*

La mesure à *la cense au Bon-Dieu,* se fait comme il suit. on plante dans le premier double une perche dont la hauteur comprend un nombre de fois $0^{m},50$ égal au nombre de doubles que l'on veut donner au mont; on élève alors le tas jusqu'à ce que le plan de sa face supérieure soit arrivé à l'extrémité de la perche; s'il y a quatre doubles, la hauteur totale, après que le mont est formé, se trouve de deux mètres au lieu de $1^{m},80$ et moins qu'elle aurait été avec la mesure à la cense au poignard; ici la hauteur du tas est prise après que le tassement s'est opéré Dans ce mode de mesurage, de même que dans le cubage à la cense au poignard, le mont est dit avoir quatre doubles; seulement

— *Le preneur paiera une redevance fixe de.... par an et par are de terrain occupé par ses fosses, chemins, lavoirs et tas de minerai.* (Cette redevance varie de 4 à 6 francs par are de terrain).

— *Il sera tenu, aussitôt les travaux terminés sur un point, de rétablir le terrain en état de culture et de remettre la terre végétale sur les déblais provenant de ses exploitations.*

— *Il s'engage à exploiter au moins.... censes lavées par année.* (Cette clause n'est pas souvent admise par les preneurs parce qu'elle peut devenir très-onéreuse pour eux si, par suite de crise industrielle ou pour toute autre cause, ils ne peuvent trouver à placer leurs mines; cependant, quand les propriétaires insistent, les preneurs admettent quelquefois un chiffre lorsqu'ils ont des données favorables sur la composition du gîte; mais alors ils mettent pour condition de pouvoir résilier leur contrat au bout de chaque année s'ils le trouvent convenable).

— *Le présent contrat sera valable pour un terme de.... années.* (Quand on fixe un terme, c'est ordinairement 9 ans; cependant on fait aussi des contrats pour 5, 15, 20 ans et davantage; quelquefois même, pour un terme illimité). — *Les paiements devront s'effectuer à....* (on détermine le lieu), *aux époques fixées ci-après...*

Les contrats sont faits en double et sur papier timbré.

Si les terrains dans lesquels on se propose d'établir des exploitations sont mis en location par le propriétaire, ces derniers s'arrangent avec le locataire pour l'indemniser du chef de privation de culture; quelquefois cependant, comme dans les minières des environs de Tournay, ce sont les exploitants qui ont à régler cette indemnité avec le locataire; ils leur paient assez ordinairement le double de la location; cette

sa hauteur réelle se trouve être de deux mètres dans un cas et de $1^{m},80$ et moins dans l'autre cas; il y a donc une différence sensible en plus lorsque l'on mesure à la cense au Bon-Dieu.

indemnité n'est due que pour la portion de terrain occupée par l'exploitant.

Lorsque les terrains à exploiter appartiennent à des institutions de bienfaisance ou à d'autres administrations publiques, les contrats renferment encore quelques clauses particulières ou un peu différentes de celles que nous avons données plus haut ; en voici, par exemple, quelques-unes qui ont été imposées par les administrations de certains bureaux de bienfaisance.

— *La convention sortira ses effets aussitôt après l'approbation donnée par l'autorité compétente, et finira le.... terme après lequel les preneurs s'interdisent tout acte de jouissance, sauf aux cédants à proroger le dit terme sur une demande écrite des preneurs, si ceux-ci le jugent convenable.* (La cession était faite pour le terme de 9 ans).

— *Les preneurs devront s'entendre avec les locataires des terrains pour obtenir leur consentement; ils seront tenus de les indemniser et de garantir le bureau de bienfaisance contre toute demande, prétention ou poursuite des dits locataires du chef de la dite extraction.*

— *Les preneurs devront épuiser toute la couche exploitable de minerai que renferme chaque parcelle de terre, avant d'y cesser l'extraction; l'extraction ne se fera point en même temps sur toutes les parcelles concédées, mais seulement sur.... à la fois au maximum.*

— *Les preneurs paieront...* (généralement 1 fr. à fr. 1,20) *par mètre cube de minerai ainsi extrait, plus 20 °/₀ du fermage annuel des parties concédées; cette indemnité de 20 °/₀ du fermage sera servie pour chaque parcelle séparément, jusqu'à l'épuisement de la couche exploitable de minerai qu'elle contient, et pour celles non exploitées ou dont l'exploitation ne serait pas achevée, pendant toute la durée du contrat.* (Comme on le voit, l'indemnité de 20 °/₀ se paie sur toute la pièce de terre concédée; mais l'indemnité au locataire ne se paie, en général, que pour la partie dont on lui enlève la jouissance.)

— *Le cubage du minerai se fera* (tous les 15 jours ou tous les mois) *en présence d'une personne déléguée par le bailleur.*

— *Si le preneur n'extrayait pas, ou s'il éludait en totalité ou en partie cette obligation pour l'extraction du minerai de fer que renferment les parcelles de terrains indiquées dans l'acte, il serait passible d'un double fermage sans préjudice des dommages et intérêts qui pourraient en résulter pour le cessionnaire.*

— *Le bailleur ne sera pas tenu de procurer au preneur un passage pour ses opérations et le transport du minerai ; le preneur devra, à cette fin, s'entendre, comme il le pourra, avec les propriétaires ou locataires riverains.*

— *Deux mois au plus tard après la cessation de la dite jouissance, les preneurs devront avoir complétement nivelé à leurs frais les dits terrains, et les remettre en bon état de culture, en suivant pour le nivellement et le remblai les instructions écrites des cessionnaires.*

— *Le bailleur n'entend garantir le preneur d'autres troubles que ceux qui dériveraient de ses droits comme propriétaire.*

— *Les frais généralement quelconques sont à la charge du preneur.*

Telles sont les conditions généralement reprises dans les contrats passés entre les propriétaires des terrains miniers et les exploitants.

EXPLOITATION DES GITES.

Nous allons indiquer maintenant d'une manière succincte, comment l'exploitation est opérée.

Avant de commencer l'exploitation dans un terrain où l'on suppose qu'il y a du minerai de fer, on cherche à reconnaître la position du gîte au moyen de petits puits convenablement espacés les uns des autres ; ces puits, qui donnent déjà une idée de la nature et de la richesse du gîte, servent à déterminer l'emplacement le plus convenable pour ouvrir une exploitation, et la manière dont l'enlèvement du minerai devra être opéré ; ces petits puits, creusés généralement dans des ter-

rains meubles, n'ont que 1 mètre à 1^m,30 de diamètre, et, lorsque le besoin se fait sentir, on en garnit les parois avec des perches ou de petits cadres en bois; ce revêtement, qui est d'une grande simplicité, exige peu de temps pour être établi et n'occasionne qu'une assez faible dépense. Lorsque l'on a atteint le gîte, on prolonge le puits afin de reconnaître si l'on pourra y établir une exploitation avantageuse.

Le creusement de ces puits, dans les terrains où l'existence du gîte n'est pas à peu près déterminée par les exploitations voisines, est au compte de l'exploitant; on paye environ fr. 0,70 par mètre d'enfoncement dans l'argile, et fr. 1,60 à fr. 1,80, quand ce sont des terrains plus difficiles à travailler; dans le gîte même, on donne seulement fr. 0,50 par mètre, parce que le minerai que le mineur extrait dans ce travail lui est payé à part.

Si le gîte est suffisamment reconnu par les exploitations pratiquées dans le voisinage, le creusement de ces puits est au compte des ouvriers lorsque l'exploitation doit se faire par puits et galeries, parce que ces puits doivent leur servir pour opérer l'extraction du minerai; dans ce cas, si l'un de ces puits n'aboutit pas au gîte et ne doit par conséquent être d'aucune utilité, les ouvriers ne reçoivent pas d'indemnité. Ces puits manqués se nomment *flûtes*.

Lorsque le gîte, reconnu de la manière que nous venons d'indiquer, présente une épaisseur convenable, on se met en mesure de l'exploiter à ciel ouvert, si la couche de terrain qui le surmonte, et que l'on appelle *couverture*, n'a pas plus de 3 à 4 mètres d'épaisseur, et par puits et galeries s'il doit être rencontré à une plus grande profondeur.

EXPLOITATION A CIEL OUVERT.

Pour opérer l'exploitation à ciel ouvert, on commence par enlever, sur une certaine étendue, les terrains stériles ou la couverture qui recouvrent le minerai; ce travail préparatoire est payé aux ouvriers à raison de fr. 0,15 par mètre cube pour fouille dans la terre végétale; à ce prix, un bon

ouvrier peut gagner jusqu'à fr. 2,50 par jour; on paie en outre, pour transport des déblais ou frais de brouettes, fr. 0,10 par mètre cube pour chaque relai de 30 mètres de longueur horizontale. Si la couverture comprend des lits de gravier ou des couches de phtanite, le prix de la fouille varie alors de fr. 0,20 à fr. 0,50 le mètre cube suivant la dureté.

Lorsque la couverture est enlevée sur une étendue suffisante, on commence à exploiter le minerai. La mine détachée est conduite hors de l'excavation, et on en forme, près de la minière, des tas réguliers; on cube ces tas pour déterminer le travail fait par les mineurs.

Les mineurs sont généralement payés à la cense de minerai brut extrait; on leur donne de fr. 2,50 à fr. 3,00 par cense: ils peuvent extraire, en une journée, environ 1 à 1 ½ cense de mine chacun. Dans quelques cas, il y a des prix différents pour le minerai en morceaux (le gros) et pour le menu; on paye, par exemple, fr. 3,50 par cense de gros tandis qu'on ne donne que fr. 2,25 par cense de menu.

Dans les minières où l'on reprend à ciel ouvert, des piliers ou des parties de gîte laissés par les anciens extracteurs, le travail des mineurs est plus facile parce que le terrain est déjà en grande partie bouleversé; un ouvrier peut alors enlever jusqu'à 2 ½ à 3 censes de minerai brut par jour, et l'on ne paie que fr. 0,70 à fr. 1 par cense brute.

L'exploitation à ciel ouvert est poussée le plus bas possible; on ne s'arrête que lorsque l'affluence des eaux devient trop considérable. En général, dans la plupart de nos minières ainsi exploitées, on ne peut descendre à plus de huit ou dix mètres de profondeur, parce que l'on est trop gêné par les eaux; on doit alors, si l'on veut poursuivre, employer des appareils d'épuisement.

EXPLOITATION PAR PUITS ET GALERIES.

A part dans les minières des environs de Tournay et dans quelques rares localités de l'arrondissement de Charleroy,

l'exploitation du minerai de fer dans le Hainaut a lieu actuellement par puits et galeries.

Voici comment on opère :

On enfonce un puits jusqu'au gîte et on ne l'arrête qu'au niveau des eaux; ce puits est de forme circulaire, de 1^m,50 à 1^m,80 de diamètre, et les parois sont garnies avec des aires, c'est-à-dire avec des branchages, planches, etc ; on pratique alors successivement dans le gîte et à partir de ce puits, des galeries horizontales que l'on arrête ordinairement lorsqu'elles ont atteint une longueur de 10 à 15 mètres; on les pousse dans toutes les directions, le puits étant pris pour point de départ; il n'y a ordinairement qu'une galerie en exploitation et rarement on travaille dans deux à la fois; lorsqu'une galerie a atteint la longueur de 10 à 15 mètres, on en ouvre une autre à côté et au même niveau, et ainsi de suite; entre ces galeries, on laisse des massifs de minerai pour soutenir le terrain. Lorsque le premier étage est sillonné d'un plus ou moins grand nombre de galeries, on se reporte à un niveau supérieur immédiatement au toit des premières galeries, et l'on exploite une nouvelle tranche horizontale de la même manière que la tranche précédente; on remonte ainsi successivement jusqu'à la tête du gîte. Avant de commencer l'extraction à un étage supérieur, on remblaie le fond du puits jusqu'au niveau du nouvel étage; les galeries sont remblayées au fur et à mesure qu'on les abandonne.

Quelquefois, on exploite le gîte de haut en bas; on commence par la tête et l'on va en descendant jusqu'à ce que l'on soit arrêté par les eaux.

Dans le premier mode, de bas en haut, on est exposé à perdre du minerai en plus ou moins grande quantité, parce qu'il se détache souvent du ciel et des parois de la galerie et qu'il se mélange avec les remblais ; dans le second mode, de haut en bas, l'enlèvement de la première tranche produit un mouvement très-sensible dans la couverture du gîte, et les

eaux pluviales peuvent alors arriver très-facilement dans les travaux et gêner beaucoup les mineurs; cependant, comme la couverture des gîtes n'est pas souvent assez imperméable pour s'opposer à la filtration des eaux superficielles, on n'échappe pas toujours, en exploitant de bas en haut, à l'inconvénient que présente l'affluence de ces eaux.

Les galeries d'exploitation n'ont pas toujours une direction constante; comme on rencontre fréquemment dans les gîtes de minerai de fer, des masses plus ou moins volumineuses d'argile ou d'autres roches stériles, les mineurs les contournent avec des galeries, et ces dernières présentent ainsi, la plupart du temps, une direction très-irrégulière.

On donne à ces galeries d'exploitation une hauteur de 1^{m},80 à 2^{m},10, et une largeur de 1^{m},30 à 1^{m},80; le minerai détaché est placé dans des paniers à peu près hémisphériques, qui sont conduits sur des traîneaux jusqu'au puits; ces paniers qui peuvent contenir de 30 à 35 kilogrammes de minerai, sont amenés au jour au moyen d'un treuil à une ou deux manivelles établi à l'orifice du puits.

Lorsque l'exploitation est terminée par un puits, on remblaie entièrement ce dernier et l'on en ouvre un autre à quelque distance; les travaux de deux puits sont souvent isolés par un massif (esponte) de minerai.

L'exploitation telle que nous venons de la décrire sommairement, est pratiquée à l'entreprise par des ouvriers au nombre de trois, quelquefois quatre; ces ouvriers se chargent d'exploiter et d'amener au jour le minerai moyennant un prix fixe de tant par cense de minerai brut extrait ou de minerai lavé; on préfère souvent payer les ouvriers à la cense lavée, parce qu'alors leur intérêt est de laisser le moins possible de pierres dans le minerai qu'ils extraient, ce qui est aussi à l'avantage du propriétaire de la minière; ces ouvriers ont à leur charge tous les frais d'exploitation; ils doivent fournir le bois pour le soutènement des galeries, les outils pour détacher le minerai, les paniers pour le transport,

l'huile et les lampes d'éclairage, etc.; le maître de la minière n'a à son compte que le creusement des puits, et doit donner les treuils; cependant, il arrive quelquefois (comme cela se pratique assez généralement dans la province de Namur, surtout dans les minières libres appartenant aux administrations communales), que les ouvriers creusent les puits à leurs frais et doivent fournir tous les appareils quelconques. Dans certains cas, le propriétaire livre aux ouvriers les bois pour l'étançonnage des galeries; il leur retient alors de ce chef, et suivant le prix du bois, de fr. 0,50 à fr. 0,70 par cense de minerai brut extrait.

Les trois ouvriers qui exploitent par un puits, forment une *bande;* deux d'entre eux travaillent à l'intérieur, et le troisième reste à la surface pour la manœuvre du treuil et pour déposer, en tas, le minerai extrait.

On paie au chef de bande (qui partage également avec ses deux associés), 5 à 8 fr. par cense brute extraite; ce prix dépend de la profondeur de l'exploitation, des circonstances de gisement et de la difficulté du travail; une bande de trois ouvriers peut exploiter par jour de 1 $\frac{1}{2}$ à 2 $\frac{1}{2}$ censes de minerai brut; quand on paie à la cense lavée, on donne de 10 à 17 fr. par cense, selon la profondeur à laquelle a lieu l'extraction (de 8 à 30 mètres) et selon le rendement en minerai lavé (65 à 45 °/₀ du minerai brut.)

Comme le minerai est souvent plus riche sous le niveau des eaux qu'au-dessus, on poursuit l'exploitation en profondeur, et l'on épuise alors les eaux au moyen de tonnes et de treuils, par un puits spécial; dans ce cas, on ajoute aux prix ci-dessus donnés, fr. 0,50 à fr. 1,00, par cense de minerai brut.

Quand les ouvriers cessent l'exploitation par un puits, ils doivent remblayer ce puits à leurs frais.

Les travaux établis comme nous venons de l'indiquer, obligent quelquefois à prendre certaines dispositions particulières pour fournir de l'air en quantité suffisante aux mineurs; lorsque les circonstances le permettent, on fait entrer l'air

par un puits et on le fait sortir par un autre puits ; quand on n'a pas ce moyen, on établit des conduits en bois dans le puits d'extraction et dans la galerie ; l'air sort par ces conduits, et la marche du courant est quelquefois activée par un petit ventilateur mû à bras d'homme et disposé à l'orifice du puits.

Généralement, il y a dans une minière et dans un certain rayon, plusieurs puits en exploitation en même temps.

Le propriétaire d'une minière a, sur les lieux, un représentant appelé *facteur*, qui mesure les tas de minerai pour déterminer le travail des ouvriers, qui règle les salaires, qui s'assure si les mineurs ne laissent pas de pierres dans le minerai, si le lavage est fait convenablement, etc. ; ce facteur ne visite et ne vérifie que très-rarement les travaux d'exploitation, et il n'a que peu de pouvoir sur les ouvriers pour leur faire adopter un système quelconque de travail. De là il résulte que les ouvriers exploitent pour ainsi dire comme bon leur semble ; qu'ils ne poussent pas leurs galeries aussi loin qu'ils pourraient le faire, parce que les difficultés de transport intérieur augmentent avec la distance, et que le prix qu'on donne par cense extraite reste le même, quelle que soit la distance à laquelle l'atelier d'arrachement se trouve du puits ; qu'ils préfèrent conduire les galeries en plein minerai plutôt que le long des remblais, parce que la dépense qu'ils ont à faire pour le boisage est moindre dans le premier cas que dans le second ; enfin, que lorsqu'ils rencontrent une partie de gîte plus difficile à enlever que celle qu'ils viennent de quitter, ils la laissent en place parce qu'ils ont plus de bénéfice à exploiter les parties faciles à détacher ; il est à remarquer ici que, très-souvent, le minerai le plus dur se trouve être le plus riche.

Il faut donc bien reconnaître que le défaut d'une direction intelligente des travaux entraîne la perte d'une certaine partie de minerai et peut mener quelquefois au gaspillage du gîte ; que le manque de moyens d'épuisement suffisants oblige à

abandonner dans beaucoup de cas l'exploitation de la partie des gîtes située sous le niveau des eaux, et cependant, comme nous l'avons déjà fait remarquer, c'est ordinairement sous le niveau des eaux que se trouve le minerai le plus riche ; enfin, que l'abandon des travaux, alors qu'ils ont déjà occasionné un grand bouleversement des terrains, ne peut que rendre plus difficile et peut-être impossible dans quelques cas, l'exploitation future des parties inférieures des gîtes.

Voilà quelques-uns des inconvénients du mode actuel d'exploitation des minières. Sans doute, il y aurait moyen de prévenir en partie ces pertes; pour cela, il faudrait réglementer convenablement l'aménagement de cette richesse minérale dont l'exploitation est aujourd'hui livrée au caprice du propriétaire; il faudrait, dans certains cas, et principalement pour les minières qui sont abandonnées à cause de la présence d'une grande quantité d'eau, que le gouvernement pût accorder des concessions ; actuellement, les propriétaires délaissent leurs exploitations lorsqu'ils ne peuvent plus les assécher sans avoir recours à des appareils puissants et coûteux ; ils ne veulent pas établir ces appareils parce qu'ils n'y trouvent pas assez d'avantage et parce qu'ils ne veulent pas épuiser les eaux des minières de leurs voisins. Il résulte de là que beaucoup de minières restent improductives alors qu'il serait encore possible d'en tirer parti.

Que la loi reconnaisse au propriétaire foncier le droit d'exploiter les gîtes superficiels, rien n'est plus juste ; mais aussi, que la loi donne au gouvernement la faculté de disposer des gîtes lorsque le propriétaire déclare qu'il ne peut ou ne veut plus les exploiter, et qu'il est reconnu que c'est le seul moyen que l'on ait d'en tirer parti, c'est ce que commande l'intérêt public. Lorsque le propriétaire ne peut plus exploiter, les gîtes n'ont plus de valeur pour lui, tandis qu'ils sont encore une richesse pour la nation qui, alors, doit avoir le droit de les mettre à fruit. Tout ce qu'un propriétaire peut exiger, c'est que la loi lui accorde la faculté de pousser ses

exploitations aussi loin qu'il lui est possible ; mais là doivent se borner ses prétentions, et les mines qu'il abandonne ne peuvent pas rester improductives par le seul motif que lui, propriétaire, n'est plus en position de les exploiter avec avantage.

Comme on le verra dans le second chapitre de ce travail, les gîtes reconnus dans le Hainaut, se présentent en filons ou sortes d'amas couchés dont la puissance est très-variable ; les propriétaires du sol les ont exploités comme bon leur semblait ; mais il y a beaucoup de ces gîtes qui n'ont pas été complétement dépouillés ; presque partout, l'exploitation a cessé lorsque l'affluence des eaux a été telle que l'on n'a pu s'en rendre maître, au moyen des appareils ordinairement employés pour les épuiser (la tonne). Si ces propriétaires n'ont pas poussé leurs exploitations plus avant, c'est que le besoin se faisait sentir d'avoir des galeries d'écoulement ou des appareils d'épuisement plus puissants que ceux dont ils se servaient, et que, d'abord, la loi du 21 avril 1810 leur interdisait d'exploiter, sans concession, avec ces galeries ou ces appareils qui devaient être considérés comme rentrant dans la catégorie des travaux d'art dont il est question dans le 1° de l'article 69 de cette loi ; et que, ensuite, cette prescription de la loi n'eût-elle pas existé, ils reculaient, dans la plupart des cas, devant les dépenses que ces galeries ou ces appareils devaient leur occasionner, dépenses qu'ils n'auraient pu couvrir parce que leurs gîtes ne renfermaient plus une assez grande quantité de minerai et n'avaient pas une étendue suffisante ; en effet, ces gîtes s'arrêtent, pour eux, aux limites des propriétés de la surface.

Il n'y aurait cependant pas d'inconvénient à laisser au propriétaire foncier la faculté de continuer, sans concession, l'exploitation de ces gîtes, s'il voulait employer des moyens d'épuisement suffisants, car, alors, il se trouverait en position d'exploiter tout aussi bien que pourrait le faire un concessionnaire ; mais dans presque toutes les minières du Hai-

naut, le propriétaire ne peut poursuivre l'extraction parce que, nous l'avons déjà dit, l'étendue de son champ d'exploitation est presque toujours trop restreinte pour comporter l'emploi de moyens d'épuisement coûteux ; pour que des galeries d'écoulement ou des machines d'épuisement puissent être établies dans des conditions avantageuses, il faut qu'elles soient appelées à servir au démergement d'un gîte d'une étendue donnée, et cette étendue embrasse souvent les terrains de deux, trois propriétaires et souvent plus encore. Si ces propriétaires peuvent s'entendre entre eux pour établir ces moyens d'épuisement, rien de plus naturel que de leur continuer la jouissance des gîtes qui se trouvent dans leurs fonds ; il est même de leur intérêt de réclamer du gouvernement l'octroi d'une concession puisque cette formalité ne leur occasionne aucune dépense ou du moins qu'une dépense minime envers l'État, et qu'elle leur assure la possession illimitée des gîtes, ce qui leur donne la certitude qu'ils ne seront pas exposés à perdre les capitaux qu'ils pourraient engager dans l'entreprise, puisque, par la suite, et tant qu'ils se conformeront aux lois qui régissent les concessions en général, on ne pourra leur enlever ces gîtes.

Mais, si le service des usines réclame que ces gîtes soient mis en exploitation, et si ces propriétaires ne peuvent s'entendre entre eux ou ne veulent pas employer individuellement des moyens d'assèchement suffisants, il devient alors nécessaire que le gouvernement puisse les concéder à des tiers, après, toutefois, avoir observé les formalités prescrites pour l'octroi des concessions en général, et après avoir mis ces propriétaires en demeure d'exploiter eux-mêmes.

L'octroi d'une concession devient nécessaire pour que des particuliers autres que les propriétaires puissent entreprendre l'exploitation de ces gîtes, parce que, si l'exploitation des gîtes qui se trouvent dans le terrain d'un propriétaire isolé n'est plus profitable à cause de leur faible étendue, elle peut le devenir lorsque l'on réunit dans les mêmes mains les gîtes

existants dans plusieurs propriétés contiguës; on trouvera très-peu de personnes qui voudront entreprendre une exploitation dans ces conditions, sans avoir un acte qui les mette à l'abri des caprices ou des exigences des propriétaires du sol, et qui leur assure l'entière jouissance des mines qu'elles pourront démerger au moyen de travaux ou d'appareils coûteux.

Il faut donc, pour que ces minières ne soient pas perdues, que le gouvernement puisse les concéder à des tiers lorsque les propriétaires du sol ne voudront plus les exploiter.

Nous ne croyons pas devoir nous arrêter davantage ici sur la nécessité de modifier les lois qui régissent actuellement l'exploitation des minières, parce que le cadre de notre travail ne comporte pas plus de développement; d'ailleurs, nous avons déjà eu l'occasion d'exposer dans une autre circonstance [1], quelques considérations à l'appui de cette modification.

LAVAGE DES MINERAIS.

Le lavage des minerais est exécuté, lorsque c'est possible, sur les bords des ruisseaux ou des rivières; mais le plus souvent, il a lieu sur place, à quelque distance des fosses d'extraction.

Quand on lave sur les bords des rivières, on se sert de rables pour remuer le minerai sous l'eau et le retirer ensuite après qu'il a été suffisamment dépouillé de la gangue; le rivage sur lequel on fait cette opération, doit avoir été convenablement aplani.

Quand on exécute le lavage sur place, on pratique dans le sol, une excavation rectangulaire, à fond plat, mais à faces latérales inclinées de 30 à 45°; l'une des deux faces les plus longues, celle près de laquelle les laveurs se placent pour remuer le minerai, est ordinairement plus inclinée que l'autre face; on donne à cette excavation une profondeur de $0^m,40$ à $0^m,50$, une longueur de $2^m,50$ à $3^m,00$ à la partie supé-

[1] *Annuaire de l'association des ingénieurs sortis de l'École de Liège*, tome 3, année 1854. *Rapports des sections scientifiques de Liège et de Mons*, page 27 et suivantes.

rieure et $1^m,40$ à $1^m,60$ à la partie inférieure, et une longueur de 8 à 10 mètres; le fond et les faces latérales sont garnis de planches. Cette excavation, ainsi disposée, constitue un lavoir. On place le minerai brut dans le lavoir et l'on fait arriver de l'eau en quantité telle que le minerai se trouve noyé; les ouvriers remuent alors le minerai avec des rables. Quand il n'y a pas de cours d'eau naturel, on forme des réservoirs, et l'on amène l'eau dans le lavoir au moyen d'appareils mis en jeu par des hommes, et quelquefois au moyen de machines à vapeur. Si l'on ne peut disposer que d'une faible quantité d'eau, on la recueille au sortir du lavoir, dans des bassins où elle se clarifie en laissant déposer les matières argileuses qu'elle tient en suspension.

Il y a un plus ou moins grand nombre de lavoirs suivant la quantité de mine à traiter.

Ainsi que cela a lieu pour l'exploitation du minerai, le lavage est fait à l'entreprise par des bandes d'ouvriers ordinairement au nombre de trois pour un lavoir; deux de ces ouvriers remuent le minerai avec des rables, le troisième le retire lorsqu'il est convenablement dépouillé de sa gangue; quelquefois, il y a pour un lavoir, un ou deux jeunes ouvriers chargés de séparer les morceaux de minerai qui sont entourés d'une couche plus ou moins épaisse d'argile collante qui n'a pu être détachée pendant l'opération du lavage; ces morceaux de minerai sont étalés sur le sol, et, sous l'influence atmosphérique, l'enveloppe argileuse se dessèche, se fendille ensuite et peut alors être facilement enlevée.

Le facteur surveille l'opération et vérifie si les ouvriers travaillent convenablement.

Le minerai retiré des lavoirs, est déposé en tas présentant la forme de coins tronqués dont les côtés de la base comprennent un certain nombre de fois la longueur de $2^m,30$ (mesure du côté de la cense), et dont la hauteur ne dépasse pas ordinairement deux mètres; chaque lavoir a son tas particulier; on cube ces tas pour déterminer le travail des

ouvriers, et la cense est toujours prise pour unité de mesure.

Les laveurs sont payés à la cense lavée; chaque bande reçoit de 3 fr. à fr. 4,50 par cense lavée, suivant que le minerai est plus ou moins facile à laver; une bande de trois hommes peut donner, en une journée, de 2 à 2 ½ censes de minerai lavé.

Le brouetteur qui transporte le minerai brut au lavoir, est aussi payé à la cense lavée.

§ 3. — NATURE DES MINERAIS.

Les gîtes exploités dans la province de Hainaut ne fournissent, pour ainsi dire, qu'une seule espèce de minerai de fer, l'hydrate de peroxide ou limonite; quelquefois, mais cela doit être considéré comme exceptionnel, on trouve dans ces gîtes du carbonate de fer en quantité assez grande pour donner lieu à une exploitation suivie.

Le carbonate de fer est généralement compacte, très-dur et de couleur grise analogue à celle du calcaire; il est d'autant plus riche qu'il est plus dur; quand il est friable, il n'est pas de bonne qualité puisqu'il est alors mélangé d'argile. Par suite de sa grande dureté, ce minerai est rarement exploité parce que les frais d'arrachement sont trop élevés; les maîtres de forges ne le connaissent d'ailleurs que depuis peu de temps; ils le regardaient auparavant comme matière stérile; cependant, après avoir subi un grillage convenable, il peut donner de la fonte de moulage de très-bonne qualité, surtout lorsqu'il ne contient pas une trop forte proportion de soufre; ce minerai forme généralement, dans les gîtes, la transition entre la limonite et le sulfure de fer.

L'hydrate de peroxide, qui probablement provient de la décomposition du carbonate de fer, a pour caractère particulier, de produire une poussière ou râclure jaunâtre tantôt assez claire, tantôt tirant sur le brun; on lui donne le nom

d'hydrate parce qu'il contient une certaine quantité d'eau à l'état de combinaison.

Les limonites fournissent diverses qualités de fer ou de fonte suivant la nature de la gangue qui les accompagne, et suivant la quantité de soufre ou de phosphore qu'elles renferment; ainsi l'on distingue les *mines de fer fort, les mines de fer tendre* et *les mines de fer métis.*

Par *mines de fer fort,* on entend les limonites dont la gangue est ordinairement siliceuse; ces minerais ont une cassure assez claire, vive, nette, fraiche et unie; leur couleur est généralement le jaune vif; la gangue contient de petits cailloux roulés de quartz blanc et des morceaux de silex. Le fer qui provient de ce minerai est très-fort, très-nerveux, résistant à froid et ne se rompt que lorsqu'il a été plié plusieurs fois au même point; il convient pour la confection des pièces qui doivent présenter une grande résistance, des rails de chemins de fer, par exemple, surtout lorsque l'on a soin de composer les trousses de manière que le bourrelet de ces rails soit formé de fer un peu doux pour éviter les déchirures. En général, ces minerais sont très-riches.

Les *mines de fer tendre* sont celles qui contiennent presque toujours du phosphore ou une quantité notable de soufre; leur gangue est schisteuse et rarement siliceuse, du moins dans le Hainaut; leur cassure est souvent brillante, miroitante (minerai de la Campine), et quelquefois très-terne, de couleur noirâtre ou grisâtre (minerai de Presles et de Leernes). Le fer que ces mines fournissent casse assez facilement à froid sans se plier; il sert à fabriquer les fers fendus. Ce minerai est aussi employé pour obtenir de la fonte de moulage destinée à la confection des pièces qui ne doivent pas avoir une grande résistance.

On donne le nom de *mines de fer métis* à certains minerais à gangue argileuse et schisteuse, et qui sont presque toujours plus ou moins sulfureux; leur couleur est jaunâtre ou noirâtre; leur cassure est plus terne et plus foncée que celle

des mines de fer fort. Ces minerais donnent du fer appelé *métis,* qui tient le milieu entre le fer fort et le fer tendre, et ils sont employés en mélange avec les minerais qui produisent ces deux dernières espèces, pour la fabrication de la fonte destinée à être convertie en fer; cependant, lorsque la gangue est argileuse, de couleur jaunâtre ou blanchâtre (minerais de Gougnies, de Sars-la-Buissière), ils conviennent pour la fonte de moulage. Ces minerais sont souvent manganésifères et d'un faible rendement.

Enfin, les mines siliceuses sont encore désignées sous les noms de *mines froides* ou *réfractaires,* et celles à gangue argileuse sous les dénominations de *mines douces* ou *chaudes.*

Il est souvent assez difficile de distinguer, les unes des autres et à la simple vue, les diverses espèces de limonites dont nous venons de donner, d'une manière succincte, les caractères saillants; il faut avoir une très-grande habitude pour reconnaître ces minerais sans avoir recours à l'analyse, et il arrive encore quelquefois que les personnes les plus expérimentées sont sujettes à commettre des erreurs.

Les minerais provenant d'un même gîte, sont rarement traités seuls dans les hauts-fourneaux ; on les mélange ordinairement avec d'autres minerais de nature et de qualité différentes, et, des proportions dans lesquelles se font ces mélanges, dépendent les qualités des fontes d'affinage ou de moulage que l'on obtient; ainsi, par exemple, on ne traite pour ainsi dire jamais exclusivement des mines de fer fort siliceuses; on leur associe une certaine quantité de mines argileuses ou douces; souvent, les charges se composent de mines de fer fort, de fer tendre et de fer métis à la fois; on emploie aussi avec plusieurs limonites, une certaine proportion de mines oligistes (mines violettes) venant de la province de Namur ou des environs de Huy, mines qui sont excessivement fusibles et qui donnent du fer plus ou moins tendre; ces mélanges sont nécessaires non-seulement pour obtenir des produits de qualité donnée, mais

encore pour rendre la réduction des minerais facile et l'allure des hauts-fourneaux régulière.

CHAPITRE II.

LOCALITÉS OÙ L'ON EXPLOITE LE MINERAI DE FER.

Le minerai de fer a été trouvé dans beaucoup de communes de la province de Hainaut ; il a donné lieu à des exploitations nombreuses, qui ont été plus ou moins suivies ou même abandonnées, suivant que l'industrie sidérurgique était florissante ou languissante ; quelques-unes de ces minières, ouvertes pour l'alimentation spéciale de certaines usines, ont dû cesser d'être en exploitation lorsque ces établissements ont été fermés, parce qu'elles se trouvaient trop éloignées des autres centres de consommation.

Voici, classées par groupes, en allant du nord au midi et du couchant au levant, les communes dans lesquelles les principales exploitations ont été opérées.

I. *Chercq, — Vaulx, — Gaurain-Ramecroix.*

II. *Saint-Amand.*

III. *Leernes, — Montigny-le-Tilleul, — Bouffioulx, — Presles, — Châtelet.*

IV. *Joncret, — Acoz, — Villers-Potterie, — Gougnies, Gerpinnes.*

V. *Sars-la-Buissière, — Lobbes, — Thuin, — Gozée, — Ham-sur-Heure, — Nalinnes.*

VI. *Erquelinnes, — Solre-sur-Sambre, — Merbes-le-Château, — La Buissière, — Fontaine-Valmont, — Biesme-sous-Thuin, — Rangnies, — Thuillies. — Cour-sur-Heure.*

VII. *Leugnies, — Solre-Saint-Géry, — Beaumont.*

VIII. *Forges, — Bourlers, — Baileux.*

Outre ces huit groupes de communes, il y a encore beaucoup de localités où la présence du minerai de fer a été con-

statée; nous citerons, entre autres, les communes de *Morlanwelz*, de *Lens*, d'*Aulnois*, de *Blaregnies*, de *Thieu* et de *Strépy*.

Dans la commune de *Morlanwelz*, on a trouvé, intercalé entre des bancs de schiste du terrain houiller, du carbonate de fer en rognons de formes et de dimensions variées, et qui, en certains points, paraît constituer une couche dont l'épaisseur dépasse neuf à dix centimètres; peu de recherches ont été faites jusqu'ici à l'endroit où ce minerai a été rencontré, on ne peut donc dire si réellement il constitue un gîte exploitable; cependant l'on a plusieurs indices qui peuvent encourager à faire des travaux d'exploration.

Dans la commune de *Lens*, on a rencontré, sur plusieurs points, dans les sables du terrain tertiaire, du minerai de fer en couches de dix à quinze centimètres d'épaisseur, consistant en une agglutination de sable et de silex en morceaux par de l'oxide de fer; bien que ce minerai soit de très-mauvaise qualité et paraisse phosphoreux, comme c'est assez généralement le cas de tous les minerais qui se trouvent dans une position géologique analogue, on n'en a pas moins la certitude qu'il y a du minerai de fer dans ces localités, et l'on peut espérer que des recherches ultérieures pourront amener la découverte de gîtes exploitables.

Enfin, dans les communes d'*Aulnois* et de *Blaregnies*, on a aussi constaté, sur plusieurs points, la présence du minerai de fer; on a rencontré des dépôts de limonite intercalés dans les sables du terrain tertiaire; mais les gîtes sont peu épais et d'une faible étendue; le minerai qu'on en a retiré est siliceux et phosphoreux; aussi n'a-t-on pas établi d'exploitation un peu suivie dans ces localités.

Il en a été de même à *Thieu* et à *Strépy*.

DESCRIPTION DES GITES.

I.

Chercq. — Vaulx. — Gaurain-Ramecroix.

Le minerai de fer se présente dans les communes de Chercq, Vaulx et Gaurain-Ramecroix, en filons plus ou moins développés s'épanchant sur le calcaire condrusien ou remplissant des fissures ou des cavités qui se trouvent dans ce terrain; ces gîtes sont généralement peu étendus, mais ils se trouvent assez rapprochés les uns des autres; leur ensemble forme une sorte de bande qui se dirige à peu près de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, et qui va en s'élargissant dans cette dernière direction.

Presque tous les gîtes reposant sur le calcaire, sont recouverts par une couche de terrains stériles dont l'épaisseur totale varie de $1^m,50$ à 3 mètres; aussi, les exploite-t-on à ciel ouvert. Cette couverture se compose généralement de terre végétale et d'argile sur une épaisseur de 1 à 2 mètres à partir du sol, et de gravier avec argile sur une épaisseur de 0^m50 à 1 mètre; puis vient le minerai. La couche de gravier accompagne presque tous ces gîtes; aussi, lorsque les ouvriers viennent à rencontrer ce gravier dans leurs petits puits de recherche, ils sont à peu près certains de trouver du minerai.

Quant aux gîtes qui se présentent dans le calcaire, ils sont très-irréguliers et leur puissance varie de 1 à 4 mètres; on les exploite quelquefois par puits et galeries, et d'autres fois, en même temps que les bancs calcaires qui les encaissent.

Le minerai que ces gîtes fournissent, est de la limonite de bonne qualité, assez compacte et présentant une couleur brune ou jaune brunâtre; on l'obtient en morceaux de grosseur moyenne, quelquefois cloisonnés, et assez souvent de forme géodique; dans quelques-uns de ces amas, on trouve du minerai en morceaux renfermant du carbonate de fer.

En général, la gangue est argileuse et de couleur assez foncée ; on rencontre des amas dont la gangue est de couleur jaune brunâtre, d'autres où elle est brunâtre, et enfin, presque partout, vers le contact des gîtes avec le calcaire, il y a de l'argile de couleur noire, très-liante et qui se détache facilement avec le minerai ; dans quelques cas, la gangue est de couleur blanchâtre à la partie supérieure du gîte.

A *Chercq*, les amas sur le calcaire sont assez circonscrits ; ils sont séparés les uns des autres par des masses d'argile jaunâtre, et la gangue est généralement de couleur jaune ; la puissance de ces gîtes est très-irrégulière et ne dépasse ordinairement pas 4 ou 5 mètres.

A *Vaulx*, la tête des amas qui reposent sur le calcaire, se présente généralement à moins de 3 mètres sous le sol ; dans la partie supérieure de ces gîtes, le minerai est souvent de couleur jaune brunâtre, et la gangue est argileuse et fortement colorée par de l'oxide de fer ; mais vers la partie inférieure, la couleur de la gangue est plus foncée et tire sur le noir ; quelquefois, c'est le contraire qui a lieu, gangue noire à la partie supérieure et jaune vers la partie inférieure. Certains de ces gisements renferment des masses plus ou moins volumineuses de schiste ou d'argile compacte (*sourds*) très-pauvres en minerai.

La plupart de ces gîtes ont été exploités à ciel ouvert ; quelques extractions ont été pratiquées par galeries souterraines là où les travaux des carrières ont mis le minerai à découvert.

Le minerai de cette localité perd environ 30 à 35 °/₀ au lavage ; il rend de 28 à 30 °/₀ de fonte au haut-fourneau.

A *Gaurain-Ramecroix*, les gîtes paraissent être plus développés, un peu plus puissants et plus riches que ceux situés dans les deux communes précédentes ; le minerai est généralement de couleur plus foncée et de meilleure qualité que celui de Vaulx ; enfin, la gangue qui est également argileuse, mais de couleur brun foncé passant quelquefois au noir, est

moins abondante dans ces gîtes que dans ceux de Vaulx. Certains de ces amas présentent du minerai schisteux dans la partie supérieure, et de la mine assez dure et compacte vers le milieu et dans la partie inférieure.

La perte au lavage est en moyenne de 25 °/₀, et le rendement en fonte, au haut-fourneau, est de 30 à 35 °/₀.

La plus grande profondeur à laquelle l'exploitation à ciel ouvert a été poussée dans les minières de ces localités, est de 10 à 15 mètres sous le sol; à cette profondeur, l'affluence des eaux est devenue trop grande pour que l'on pût continuer sans avoir recours à des appareils d'épuisement; la plupart des amas n'ont pu, pour ce motif, être exploités jusqu'à la base; mais il en est plusieurs qui n'ont pas présenté une puissance de plus de 4 mètres et qui ont été entièrement dépouillés.

Pour les gîtes dans le calcaire, l'exploitation a été poussée, dans certains cas, jusqu'à plus de 30 mètres sous le sol, parce que l'on n'était pas gêné par les eaux, les carrières dans lesquelles ils étaient rencontrés recevant ces eaux que l'on épuisait au moyen de machines à vapeur ou d'autres appareils.

Les minières découvertes dans ces localités, n'ont pas été en grande activité jusqu'à présent; quoique l'on y exploite depuis plusieurs années, le minerai qu'on en a retiré n'a servi qu'à l'alimentation de deux ou trois hauts-fourneaux; et même, pendant les années 1850 et 1851, on n'y a fait aucune extraction parce que le principal établissement qui consommait ces mines a chômé pendant quelque temps; depuis l'année 1852, on a repris l'exploitation et elle a été en se développant.

La connaissance que l'on a des terrains de ces localités, et les recherches que l'on y a pratiquées depuis quelque temps, permettent d'avancer qu'il s'y trouve encore beaucoup de minerai à exploiter, qu'on y découvrira d'autres gîtes dans une position géologique analogue, et que, une

fois que l'on aura trouvé des débouchés suffisants, cette partie de la province de Hainaut deviendra un centre de production de minerai de fer, d'une grande importance.

II.

Saint-Amand.

Le minerai de fer se présente à Saint-Amand, en amas couchés plus ou moins développés, et qui sont déposés dans des dépressions du calcaire et de la dolomie appartenant à l'étage calcareux, système condrusien du terrain anthraxifère; ils sont généralement recouverts par une couche assez puissante de terrain tertiaire; sous le limon, dont l'épaisseur varie de 2m.50 à 6 mètres, se trouvent des sables mélangés de cailloux roulés de quartzite et de grès friable, appelés *bouleaux;* souvent, ces sables sont mouvants et présentent d'assez grandes difficultés à l'exploitation du minerai. Après les bancs de sable, on rencontre des argiles diversement colorées, puis apparait le minerai de fer. L'épaisseur totale des terrains de recouvrement varie de 4 à 16 mètres.

Les amas présentent une puissance de 0m,50 à 10 mètres et au-delà; ils ne reposent pas directement sur le calcaire ou la dolomie, mais ils sont séparés de ces roches par des bancs d'argile et de sable de couleur grise, appelés par les mineurs *pouffage de roche,* et dont l'épaisseur n'a pas été bien déterminée jusqu'ici.

Le minerai consiste en limonite à gangue siliceuse, donnant du fer fort de première qualité; sa couleur est ordinairement jaune, quelquefois brun ou brun rougeâtre; on y rencontre aussi, disséminées dans la masse, des hématites brunes superbes, de très-bonne qualité et dont la richesse est telle qu'on les a déjà traitées directement et avec avantage dans des fours à puddler.

L'exploitation a lieu par puits et galeries souterraines.

En général, la perte au lavage varie de 25 à 30 %; le lavage

coûte environ fr. 3,50 par cense lavée, et les frais d'extraction sont en moyenne de 9 fr. également par cense lavée. Un ouvrier peut extraire, lorsqu'il est en plein gîte, $\frac{3}{4}$ de cense brute en 12 heures; mais, ordinairement, on compte, pour moyenne de l'année, que par un puits où quatre hommes travaillent, on extrait 1 $\frac{1}{2}$ à 1 $\frac{3}{4}$ cense brute par jour.

Le minerai se vend jusqu'à 50 fr. la cense lavée, pendant les époques de prospérité industrielle et lorsque le minerai de fer est très-recherché; mais ce prix descend jusqu'à 35 fr. lorsque l'industrie sidérurgique est languissante.

Le rendement de ce minerai au haut-fourneau, varie de 40 à 42 °/₀.

Plusieurs centres d'exploitation ont été en activité dans cette commune pendant ces dernières années; mais un seul des extracteurs a poursuivi ses travaux d'une manière continue à partir de l'année 1847; les autres ont enlevé le minerai jusqu'à une profondeur qui a varié de 4 à 9 mètres dans les gîtes, profondeur à laquelle ils ont été arrêtés par l'affluence des eaux; ce n'est même qu'en opérant l'épuisement des eaux au moyen de tonnes, qu'ils ont pu arriver à ce point.

En 1852, celui des exploitants dont les travaux étaient les plus étendus, a établi une machine à vapeur d'épuisement de la force de 8 à 10 chevaux, et il a pu porter son extraction à un chiffre beaucoup plus élevé que pendant les années précédentes. Cependant, si des appareils convenables étaient établis pour l'assèchement des gîtes déjà reconnus dans cette localité, il est probable que la production pourrait s'élever encore, car le placement de ce minerai se ferait facilement parce qu'il est d'excellente qualité et parce qu'il est considéré comme l'un des plus beaux du pays.

Cette localité mérite d'être explorée, parce que l'on doit espérer d'y trouver d'autres gîtes analogues vers l'ouest; vers l'est, on a exploité à Ligny, Tongrinne, Boignée, Balâtre, Saint-Martin, Onoz, Spy, etc. (province de Namur), des amas très-riches, et les gîtes reconnus à Saint-Amand

paraissent être la continuation de ces amas ou faire partie de la même formation.

III.

Leernes.

Filon avec épanchements.

Exploité souterrainement par une société propriétaire de hauts-fourneaux.

Le gîte a une puissance de 0m,50 à 3m,50 ; il n'a été exploité que par un petit nombre de puits (1 à 3 annuellement), et les travaux ont été arrêtés à une profondeur variant de 10 à 15 mètres sous le sol.

L'exploitation de cette minière était assez développée en 1846 et surtout en 1847 ; mais depuis cette époque, l'extraction a diminué sensiblement d'année en année ; en 1853 et 1854, on n'y a fait aucune extraction.

Le minerai qu'on a retiré est jaunâtre, schisteux ; il paraît contenir du phosphore et donne du fer tendre ; il perd au lavage 40 à 45 °/₀ et rend 25 à 28 °/₀ de fonte ; il peut valoir de 18 à 24 fr. la cense lavée.

Montigny-le-Tilleul.

A Montigny-le-Tilleul, le minerai de fer se rencontre en filons et amas qui sont disposés vers la ligne qui sépare la formation houillère du terrain anthraxifère, ou bien le long du contact des deux étages calcareux et quartzo-schisteux du système condrusien du terrain anthraxifère.

Ces gîtes ont une puissance de 1 à 5 mètres ; ils sont exploités par galeries souterraines à des profondeurs qui varient de 15 à 30 mètres ; mais on n'a pu encore en atteindre le fond faute de l'emploi de moyens assez puissants pour épuiser les eaux ; jusqu'à présent, on n'a employé que des treuils pour tirer les eaux à la tonne.

Ce minerai est généralement de la qualité dite *fer tendre*, et donne de la bonne fonte de moulage ; sa couleur est jaune

ou brune ; il passe pour être phosphoreux ; c'est un des minerais riches du Hainaut, car il rend de 30 à 40 °/₀ de fonte; il peut valoir de 20 à 28 fr. la cense lavée.

Pendant les années 1845, 1846 et 1847, l'exploitation a été assez développée dans cette localité ; mais à partir de cette époque et jusqu'en 1852, on n'y a fait que des extractions peu importantes ; en 1852, le nombre de siéges d'exploitation a été de 6 ou 7, et en 1853 et 1854, il a été de 15 ou 16 ; c'est pendant ces deux dernières années que l'exploitation y a pris le plus grand développement.

Bouffioulx.

On rencontre dans les environs de Bouffioulx, deux espèces d'amas couchés placés entre les schistes et les calcaires du système Eifelien du terrain anthraxifère.

Le premier de ces gîtes, le plus au nord, situé dans le bois dit *des Minières,* est assez puissant ; il donne du minerai qui paraît être très-bon pour fonte de moulage, et peut rendre de 25 à 28 °/₀ de fonte; on le vend, suivant les circonstances, de 20 à 25 fr. la cense.

Le deuxième de ces gîtes, au hameau dit de *Champ Borniau,* est aussi assez important ; il n'a pu être exploité jusqu'au pied faute de moyens d'épuisement convenables. Le minerai qu'il produit est de même nature que celui du gîte du bois des Minières ; il est très-bon pour fonte de moulage surtout lorsqu'il est exploité avec soin, car il est mélangé d'une assez grande quantité de sourds ; sa gangue est argileuse et schisteuse.

Enfin, un troisième gîte se trouve au nord des deux précédents entre schiste et calcaire ; mais il est peu important et le minerai qu'on en retire est très-sale et de médiocre qualité.

Les minières de cette localité ont été peu exploitées pendant ces dernières années ; il n'y avait que deux siéges d'extraction en 1846, trois en 1847 et un en 1848 ; les travaux

étaient établis à la profondeur de 15 à 16 mètres. De 1848 à 1852 inclusivement, on n'y a pas exploité de minerai ; enfin en 1853, on a mis trois siéges d'exploitation en activité et deux en 1854.

On évalue la perte au lavage à 50 °/₀ en moyenne.

Presles.

Dans la commune de Presles, on rencontre, *au hameau de Binche*, du minerai de fer entre les schistes et le calcaire du système condrusien du terrain anthraxifère ; ce gîte repose sur le calcaire, et il est recouvert en partie par les bancs de schiste ; on n'en a pas encore trouvé le fond à cause de l'abondance des eaux. Dans la partie supérieure, ce gîte s'épanche sur le calcaire dont il remplit des cavités plus ou moins étendues, et, dans cette position, il se trouve à une faible profondeur sous le sol et peut facilement être exploité à ciel ouvert.

Ce gîte a une puissance de 1 à 3 mètres ; la partie qui n'est pas en épanchement est exploitée par galeries souterraines, jusqu'à une profondeur qui varie de 15 à 30 mètres, suivant les difficultés que présente l'épuisement des eaux ; dans la partie inférieure, on trouve de la terre pyriteuse.

Ce minerai est schisteux, de couleur jaunâtre et donne du fer tendre ; il peut rendre de 28 à 33 °/₀ de fonte, et sa valeur peut être estimée de 16 à 24 francs la cense lavée.

Châtelet.

Le gîte que l'on rencontre à Châtelet paraît être la continuation de celui de Presles ; il fournit du minerai à fer tendre métis.

Ce gîte est peu reconnu ; ce n'est qu'en 1852, 1853 et 1854 qu'il y a eu des travaux d'exploitation ; deux siéges d'exploitation souterrains y ont été en activité en 1853 et un seul en 1854 ; les travaux ont été poussés jusqu'à la profondeur de

18 à 25 mètres et l'épuisement des eaux a été opéré à l'aide de tonnes.

Ce minerai est de même qualité et de même valeur que celui de Presles.

IV.

Joncret.

Le minerai de fer se présente à Joncret, entre le grès rouge au nord et le calcaire, et forme un amas couché ou une espèce de couche dont la puissance varie de $1^m,50$ à 2 mètres; cette couche est généralement en allure assez régulière, inclinée au nord, et elle est exploitée par galeries souterraines.

Ce gîte produit de la limonite rouge et noire qui donne du fer métis d'assez bonne qualité; le minerai rouge, qui est très-riche, ne se présente pas en très-grande abondance et ne se rencontre que par places; la mine noire forme la plus grande partie des gîtes.

La gangue de ces minerais est schisteuse, et on rencontre assez souvent des argiles ferrugineuses (sourds) contenant au plus 14 à 15 °/ₒ de fer.

La plus grande profondeur à laquelle les travaux d'exploitation ont été portés dans cette couche, est de 85 mètres environ; à cette profondeur, la puissance n'est, en général, que de 1 mètre à $1^m,20$, et l'on a trouvé un assez grand nombre de dérangements.

Cette couche qui paraît être le prolongement du gîte désigné sous le nom de *Saint-Pierre* à Gerpinnes, est à peu près entièrement exploitée jusqu'à la profondeur de 25 mètres; on ne va que très-difficilement à une plus grande profondeur parce que la venue des eaux est trop abondante; les eaux sont rencontrées à 8 ou 10 mètres sous le sol.

Le minerai que l'on retire de ce gîte, rend de 28 à 30 °/ₒ de fonte; il peut valoir de 20 à 27 fr. la cense lavée; la perte au lavage varie de 40 à 50 °/ₒ.

Cette minière a été en exploitation assez suivie pendant les années 1845, 1846 et 1847 ; il y avait de 6 à 10 siéges d'extraction ; mais depuis 1847 jusqu'en 1852 inclusivement, on n'y a fait aucun travail ; en 1853, deux siéges ont été ouverts et l'exploitation a été portée jusqu'à la profondeur de 25 mètres sous le sol ; en 1854, il y a eu 5 puits en activité.

Acoz.

Le gîte exploité dans la commune d'Acoz, est un filon situé entre le calcaire au toit et le schiste au mur ; sa puissance varie de 1 mètre à 2m,50 ; il s'épanche en certains endroits sur le calcaire ; dans cette position, il n'est recouvert que par trois ou quatre mètres de terrain meuble, et il est exploité à ciel ouvert jusqu'à la profondeur de 10 à 15 mètres. Dans les parties où ces épanchements ne se présentent pas, il est exploité par galeries souterraines, et le minerai est enlevé à peu près jusqu'à la profondeur de 35 mètres ; mais en aucun endroit, on n'a atteint le pied parce que l'on a été arrêté par l'affluence des eaux dont on n'a pu se rendre maître par l'épuisement à la tonne.

Le minerai que l'on retire de ce gîte est ordinairement très-schisteux ; il est bon pour fonte de moulage surtout lorsque cette fonte est destinée à la fabrication des objets d'ornements et des vases employés dans l'économie domestique ; le fer qu'on en retire est généralement de mauvaise qualité ; il possède un nerf noir et présente peu de résistance.

On trouve dans certaines parties de ce gîte, du minerai de couleur jaune qui est de bonne qualité, et, dans d'autres parties, du minerai noir qui donne de mauvais produits ; ce minerai est assez pauvre en fer et assez souvent manganésifère ; il ne rend que 22 à 27 °/₀ de fonte et perd 50 à 60 °/₀ au lavage. Sa valeur varie de 16 à 24 fr. la cense lavée.

Des extractions assez importantes ont été faites dans cette

localité surtout pendant les années 1846 et 1850 ; on a tiré jusqu'à 50,000 tonneaux de mine brute en une année ; il reste cependant encore plusieurs parties qui n'ont été que peu ou point exploitées jusqu'ici, et, en dessous du niveau des eaux, il y a encore beaucoup de minerai que l'on pourra enlever lorsque l'on aura établi des appareils d'épuisement d'une puissance suffisante. En 1854, il y a eu 16 puits en activité et l'on a extrait à la profondeur de 35 mètres, plus de 18,000 tonneaux de mine brute.

Villers-Potterie.

On trouve dans cette commune, entre les étages calcareux et quartzo-schisteux du système Eifélien du terrain anthraxifère, deux filons couches qui se dirigent de l'est à l'ouest, et qui sont séparés par un banc de poudingue de deux à dix mètres de puissance. Ces gîtes sont inclinés au sud d'environ 15°, il reposent au mur, sur un banc de sable et d'argile dont l'épaisseur est assez variable ; au toit du gîte le plus au midi, il y a une couche d'argile blanche.

Le gîte le plus au midi a une puissance moyenne de deux à trois mètres ; quelquefois, on le trouve avec une épaisseur de cinq à six mètres ; le gîte du nord est un peu moins puissant ; il n'atteint ordinairement que un à deux mètres.

Des exploitations souterraines assez nombreuses sont établies depuis plusieurs années dans cette localité, mais on n'est pas encore parvenu à atteindre le fond des gîtes par suite de l'abondance des eaux.

Le minerai de ces gîtes est ordinairement très-schisteux et jaune dans la partie supérieure, tandis que vers la partie inférieure il est noir ; la qualité jaune est la meilleure et la plus abondante ; elle donne de la bonne fonte de moulage, mais son rendement est assez faible, 22 à 27 °/₀ de fonte ; le minerai noir est de médiocre qualité.

La perte au lavage varie de 50 à 60 °/₀, la cense lavée peut se vendre de 16 à 24 francs.

Comme la quantité d'eau est moins grande dans cette localité que dans les communes avoisinantes où ces gîtes sont exploités, on a pu pousser les travaux dans le gîte le plus puissant jusqu'à la profondeur de 40 à 45 mètres, et l'on n'est pas encore arrivé au fond ; à cette profondeur, la puissance a été trouvée de 1 mètre à 1^{m},30, et l'on a rencontré une assez grande quantité de carbonate de fer très-dur sous lequel se trouve de la pyrite.

Gougnies.

Le minerai exploité à Gougnies se présente en deux filons qui sont le prolongement de ceux exploités à Villers-Potterie et dont la puissance varie de 1 mètre à 2^{m},50 ; le minerai qui est à gangue argileuse, donne de la fonte de moulage d'assez bonne qualité ; il rend 24 à 28 °/₀ et peut valoir de 18 à 26 fr. la cense lavée.

Pas plus que dans la commune de Villers-Potterie, on n'a atteint à Gougnies le fond des gîtes à cause des eaux ; ils sont exploités par galeries souterraines et les travaux sont ordinairement poussés jusqu'à la profondeur de 35 mètres.

Gerpinnes.

La commune de Gerpinnes est une des plus importantes, sinon la plus riche des communes de la province de Hainaut, en minerai de fer ; on y a reconnu plusieurs couches ou amas couchés formant, pour ainsi dire, des bassins distincts, et que l'on a exploitées par galeries souterraines ; nous allons décrire les principaux de ces gîtes.

Le premier gîte, à l'ouest de Gerpinnes, est le même que celui exploité à Villers-Potterie, Acoz, Joncret, etc. ; il est connu sous le nom de *gîte de Saint-Pierre*. La plus grande profondeur à laquelle l'exploitation y a été portée est de 45 mètres ; à cette profondeur, la puissance n'est que de 1 mètre à 1^{m},30, et la limonite est remplacée par du carbonate

de fer appelé *teux* par les ouvriers, et par de la pyrite ; on s'arrête souvent au carbonate de fer parce qu'il est très-dur ; on a offert aux mineurs 18 fr. par cense pour l'exploiter, et ils ont trouvé que ce prix n'était pas assez rémunérateur ; ce carbonate renferme d'ailleurs du soufre en plus ou moins grande quantité.

Le minerai est à gangue schisteuse ; on y rencontre assez souvent, surtout lorsque l'on va en profondeur, des masses d'argile ferrugineuse nommées *sourds* par les mineurs, et qui ne contiennent au plus que 14 à 15 °/₀ de fer.

Les travaux n'ont pas encore été portés à une profondeur suffisante pour savoir si, au-dessous du carbonate, la pyrite se présente en assez grande quantité pour donner lieu à une exploitation suivie.

Le deuxième gîte, dit *bassin de Fromiée*, est composé de deux couches pour ainsi dire distinctes, de 2^m,50 à 3 mètres de puissance moyenne, séparées par un banc d'argile plastique de 15 à 20 mètres de puissance; cette argile, de couleur tantôt noire, tantôt jaune, passe au schiste vers la partie ouest du bassin ; vers la partie est de la commune, le banc d'argile diminue de puissance et n'a plus que 2 mètres environ. Ces couches se trouvent comprises entre des bancs de calcaire et de psammite ; comme ces bancs de roche se replient de manière à former une pointe vers l'ouest, les couches font la même évolution et présentent ainsi deux branches, à peu près parallèles, qui se dirigent vers l'est ; la branche du midi, plonge, ainsi que les roches encaissantes, de 50° au nord; son toit est formé par le calcaire, et son mur par le psammite ; la branche nord au contraire plonge au midi et son toit est encore le calcaire ; la partie ouest qui relie ces deux branches plonge de 40° à l'est.

La branche sud est presqu'entièrement exploitée jusqu'à la profondeur de 20 mètres ; une machine à vapeur a été établie pour l'épuisement des eaux; dans le voisinage de cette machine, la couche est entièrement exploitée jusqu'à la pro-

fondeur de 30 mètres et sur une distance de 500 mètres environ. Le puits sur lequel est montée cette machine d'exhaure, a été creusé dans le banc d'argile qui sépare les deux couches ; à la profondeur de 36 mètres, on a creusé une galerie à travers-bancs pour recouper la couche sud, et cette couche a été rencontrée à deux mètres du puits; on a continué le bouveau dans le psammite, et, à la distance de 42 mètres du puits, on est entré dans un banc de grès tellement dur que l'on a dû renoncer à poursuivre le travail; dans cette distance de 42 mètres, on n'a trouvé aucun nouveau gîte.

On rencontre ordinairement le niveau des eaux à la profondeur de 12 à 14 mètres sous le sol, et ces eaux se présentent en grande abondance.

Le minerai que l'on exploite dans ce bassin, est de la limonite généralement assez jaune, qui convient pour fabriquer de la fonte de moulage et du fer métis.

Le gîte dit de la *haie des Pottiers*, est la continuation du précédent.

Le troisième gîte dit *bassin des Orniaux*, se trouve à l'ouest du précédent et forme, comme celui-ci, une espèce de bassin ouvert dont les deux branches se dirigent vers l'ouest; il est composé de deux couches séparées par un banc de schiste de 20 mètres en moyenne de puissance et qui sont inclinées en sens inverse des couches du bassin de Fromiée, c'est-à-dire que la branche sud incline au midi, et la branche nord, au nord ; l'espace compris entre les deux branches est occupé par le calcaire.

Le toit de la couche extérieure est formé par un banc d'argile grisâtre un peu plastique et très-pyriteuse, de $2^{m},50$ à 3 mètres de puissance, puis viennent des bancs de schiste ; le banc d'argile commence à se montrer à la profondeur de 24 à 25 mètres environ ; le minerai de fer est alors plus foncé en couleur que celui de la partie supérieure. La tête de ces couches est recouverte par un lit d'argile noire de 1 mètre à $1^{m},50$ d'épaisseur, et qui renferme beaucoup de sulfure de fer (*sperkise*).

Les eaux ont été rencontrées dans ce gîte à la profondeur de 14 mètres environ sous la surface ; elles se montrent en grande abondance. On a établi une machine à vapeur pour opérer l'épuisement de ces eaux; à la profondeur de 43m,50, point où est arrivé le puits sur lequel cette machine est établie, la couche se présente avec une puissance de 1m,20. Ce gîte est à peu près épuisé jusqu'au niveau de 42 mètres.

Le minerai que l'on retire de ce bassin est, en général, d'assez bonne qualité pour fer métis ; celui de la partie supérieure est de couleur moins foncée et de meilleure qualité que celui de la partie inférieure, mais il est plus mélangé de matières terreuses; il donne aussi du fer plus nerveux, plus dur que celui de la partie inférieure ; il peut valoir de 30 à 36 fr. la cense lavée, tandis que celui que l'on exploite à la profondeur de 40 mètres et au-dessous, ne vaut que 26 à 30 fr. la cense lavée. En général, ce minerai se présente en masses plus compactes que celui des autres bassins de cette localité; à partir de la profondeur de 34 mètres, on y rencontre une assez grande quantité de fer carbonaté un peu sulfureux, et le minerai pèse alors 168 kilogrammes l'hectolitre, tandis que celui des parties supérieures et des autres bassins ne pèse que 162 à 164 kil.

Dans la partie du gîte la plus à l'est, c'est-à-dire au point où la couche est pliée, on trouve une grande quantité de fer carbonaté de couleur grisâtre, qui prend une teinte rougeâtre après qu'il a été exposé à l'air pendant quelque temps ; sous l'influence atmosphérique, le carbonate s'hydrate et change ainsi de couleur.

Enfin, le quatrième gîte dit *bassin d'Immiée,* situé au midi des précédents, se compose aussi de deux couches séparées par des bancs de schiste argileux présentant ensemble une puissance de 20 mètres environ; comme les deux précédents, ce gîte se replie et forme deux branches dont le point de jonction se trouve à l'ouest; la branche du midi incline au midi, et l'autre pend au nord; l'espace compris entre les deux

branches est occupé par le calcaire, le psammite forme le toit à l'extérieur du bassin.

Le niveau des eaux a été rencontré à la profondeur de 7 mètres environ ; ces eaux se trouvent en grande abondance et l'on a placé une machine à vapeur pour les épuiser; mais pendant plusieurs années, cette machine n'a pas fonctionné et l'on n'a fait aucune extraction; il y a déjà assez longtemps que l'on a enlevé tout le minerai jusqu'à la profondeur de 17 à 18 mètres; l'abondance des eaux était très-grande; pour donner une idée de l'importance de la venue, nous rapporterons que lorsque l'on a creusé le puits d'épuisement jusqu'à la profondeur de 18 mètres dans le banc de schiste qui sépare les deux couches, on n'a pas été gêné par les eaux, mais qu'à peine eut-on recoupé la couche intérieure qui s'appuie sur le calcaire, par un bouveau pratiqué à cette profondeur de 18 mètres, les eaux affluèrent en telle abondance que les ouvriers n'eurent que le temps de se sauver et furent obligés d'abandonner leurs outils dans la galerie.

Vers la fin de l'année 1853, on a recommencé à exploiter ce gîte; on a repris les massifs laissés à peu de distance sous le sol par les anciens extracteurs, et l'on a remis la machine d'épuisement en bon état afin de pouvoir, de suite, porter l'exploitation au-dessous du niveau des eaux.

Ce gîte donne, en général, du minerai à gangue siliceuse, tandis que les autres bassins de cette localité en fournissent à gangue argileuse; on y rencontre aussi une assez grande quantité de morceaux renfermant des grains ou cristaux de quartz (ce que l'on nomme alors *mine clouée*), les autres bassins n'en contiennent pas; lorsque le minerai est dans cet état (*cloué*), il est moins foncé en couleur. Il paraît que dans la partie inférieure du gîte, le minerai est très-beau et de bonne qualité.

Tous les gîtes dont nous venons de parler, sont exploités par galeries souterraines auxquelles on donne une hauteur de $2^m,10$ et une largeur de $1^m,80$; trois mineurs sont oc-

cupés à la fois dans une galerie et peuvent détacher chacun en une journée environ 2 mètres cubes de minerai brut; le prix de l'extraction est de fr. 2,25 à 3 fr. par mètre cube; le lavage coûte fr. 1,35 par mètre cube; un ouvrier peut laver en une journée, à peu près 3 mètres cubes de minerai brut; la perte au lavage est de 30 à 40 %.

On peut estimer que les frais d'épuisement s'élèvent à fr. 0,50 par cense de minerai brut.

V.

Sars-la-Buissière. — Lobbes. — Thuin. — Gozée. — Ham-sur-Heure.

Le minerai de fer se présente dans ces communes entre calcaire et schiste; les exploitations y ont été plus ou moins développées, mais depuis longtemps déjà, ces minières sont abandonnées; il reste cependant encore, sous le niveau des eaux, une assez grande quantité de minerai dans plusieurs de ces gîtes.

Le minerai que l'on a extrait dans ces localités, passe pour mine à fer tendre; il ressemble beaucoup à celui des gîtes de Thuillies et de Rangnies.

Nalinnes.

Le gisement du minerai de fer dans cette commune est le même qu'à Sars-la-Buissière, Lobbes, etc.; des extractions ont été opérées, il y a longtemps, dans cette localité, mais elles ont été arrêtées par suite de l'affluence des eaux. En 1854, on y a cependant ouvert deux nouveaux siéges d'extraction dans un gîte présentant une puissance de 1 mètre à $2^m,50$; le minerai qu'on a retiré est de la mine jaune à fer métis d'assez bonne qualité.

VI.

Erquelinnes.

Dans la commune d'Erquelinnes, le minerai de fer se présente en filons ou couches disposés entre le calcaire et les schistes et psammites de l'étage quartzo-schisteux inférieur du terrain anthraxifère ; ces filons sont au nombre de quatre ou cinq dont les deux principaux sont désignés sous le nom de *Grand* et de *Petit Trayen;* sur une grande étendue à l'est d'Erquelinnes, ils se présentent avec une puissance plus ou moins considérable et s'épanchent assez souvent sur le calcaire dont ils remplissent les dépressions. Leur direction générale a lieu à peu près de l'est à l'ouest et leur puissance varie suivant la profondeur.

Au nord d'Erquelinnes, on exploite le filon dit le *Grand Trayen* (*trayen* est synonyme de filon), celui de tous les filons qui se trouve le plus proche du calcaire; l'exploitation a lieu par galeries souterraines sur une distance de 400 mètres environ du couchant au levant; la puissance de ce gîte, immédiatement au-dessous de la terre végétale, va jusqu'à 10 et même 12 mètres; mais elle diminue à mesure que l'on descend, et n'est plus que de $1^m,50$ à $2^m,50$ à la profondeur de 18 ou 20 mètres. Le puits le plus aû couchant a été enfoncé dans le minerai jusqu'à la profondeur de 8 mètres après avoir traversé 5 mètres de terre végétale, et il a pénétré dans un banc d'argile plastique ; ce puits a été continué jusqu'à 12 mètres en dessous de ce point, et l'on est toujours resté dans cette argile; cependant, à 300 mètres environ au levant de ce puits, on a traversé le banc d'argile qui ne présentait à cet endroit qu'une épaisseur de 3 à 4 mètres, et l'on a trouvé du minerai paraissant être d'assez mauvaise qualité.

A partir du puits le plus au couchant, l'ennoyage de l'amas descend vers le levant ; à 60 mètres de ce puits, le fond se trouve à 20 mètres sous la surface, et, parmi les puits les plus au levant, il en est qui ont atteint 23 mètres de pro-

fondeur et qui sont encore dans le minerai ; on n'a pas exploité à une plus grande profondeur parce que l'on a été arrêté par les eaux.

L'amas qui est placé entre le calcaire au sud et le grès, repose dans un lit d'argile plastique de couleur noire, que les mineurs désignent sous le nom de *noire terre ;* cette argile occupe généralement le fond, mais ne se prolonge pas aux parois jusqu'à la tête du filon.

La mine que ce gîte fournit est de la mine jaune à fer métis de bonne qualité et dont la gangue est schisteuse et argileuse; elle se présente en grande partie à l'état menu et son rendement en fonte est de 28 à 35 °/₀ ; vers le centre du gîte, on rencontre, mais généralement en petite quantité, du carbonate de fer en noyaux. L'exploitation de ce gîte est assez facile ; quatre mineurs peuvent détacher, en une journée, 2 $\frac{1}{2}$ à 3 censes de mine brute.

Ce minerai perd généralement 50 °/₀ au lavage ; dans la partie du gîte la plus au couchant, la gangue est plus abondante qu'au levant, et il faut environ 2 $\frac{1}{2}$ censes de mine brute pour une cense de mine lavée.

La valeur de ce minerai varie de 25 à 35 fr. la cense lavée.

Ce n'est qu'en 1836 que l'on a découvert le minerai de fer dans la commune d'Erquelinnes ; l'exploitation a été très-peu développée depuis cette époque ; de 1844 à 1853, on n'a même fait aucune extraction; en 1853, l'exploitation a été reprise; douze siéges ont été établis et ont continué à être en activité pendant l'année 1854; l'épuisement des eaux était fait à la tonne.

Le filon dit le *Grand-Trayen* est le seul exploité dans cette localité ; le *Petit-Trayen*, qui doit se trouver au nord du *Grand*, n'a pas encore été rencontré jusqu'ici.

Solre-sur-Sambre.

Les gîtes rencontrés dans cette commune se présentent dans la même position géologique que ceux d'Erquelinnes

dont ils paraissent être la continuation ; les travaux d'exploitation y ont été arrêtés à une profondeur de 12 à 15 mètres à cause de l'abondance des eaux ; on n'a pas encore atteint le fond des gîtes.

Ces minières fournissent de la mine à fer métis et à fonte de moulage et qui est de très-bonne qualité ; malheureusement, elle n'est pas aussi abondante que dans les communes avoisinantes ; la puissance des gîtes n'est que de $1^m,50$ à 3 mètres.

De 1848 à 1853 inclusivement, on n'a pas exploité dans cette commune ; en 1854, cinq puits ont été ouverts et tenus en activité, et on a extrait plus de 4,000 tonnes de mine brute.

Merbes-le-Château.

Le gîte exploité à Merbes-le-Château appartient à la même formation que ceux d'Erquelinnes ; il est resté très-longtemps inexploité ; en 1853, on y a établi cinq siéges d'extraction qui ont été poussés jusqu'à la profondeur de 12 à 18 mètres où l'on a été arrêté par les eaux ; la puissance du filon a été trouvée de 1 mètre à $3^m,50$; en 1854, les travaux ont été de nouveau suspendus.

Le minerai que ce gîte fournit donne du fer métis et de la fonte de moulage ; sa gangue est argileuse, sa couleur brunâtre ; il est manganésifère ; son rendement en fonte est de 30 à 32 °/₀ ; enfin, sa valeur varie de 24 à 30 francs la cense lavée.

La Buissière.

Les gîtes exploités à la Buissière forment la continuation de ceux qui sont reconnus à Erquelinnes, Solre-sur-Sambre et Merbes-le-Château ; les exploitations les plus nombreuses et les plus développées sont pratiquées dans le *Grand-Trayen* ; on n'a fait que des extractions comparativement peu importantes dans le *Petit-Trayen*.

Le Grand-Trayen se trouve à la Buissière entre le calcaire, au midi, et du grès rougeâtre alternant avec du schiste argileux, au nord ; le calcaire forme le toit.

A partir de la profondeur de 20 à 25 mètres, ce gîte plonge sous le calcaire ; il est séparé de cette dernière roche par un banc de terre jaune argileuse de 4 mètres environ d'épaisseur, et du grès, par une couche de schiste tendre de couleur noire, que l'on commence à rencontrer à partir de la profondeur de 30 mètres ; cette couche de schiste, que les mineurs nomment *noire-terre*, augmente de puissance avec la profondeur, elle paraît former le pied du gîte.

Ce gîte a été exploré sur une distance de plus de 2,000 mètres du couchant au levant ; sa puissance est généralement assez considérable près de la surface où elle atteint souvent 20 à 30 mètres, mais elle diminue avec la profondeur, et, à 20 ou 25 mètres, par exemple, elle n'est plus que de 3 à 4 mètres ; elle est aussi moins forte vers le couchant que vers le levant ; ce gîte s'est épanché sur le calcaire au midi sur une distance assez variable et qui est, en certains endroits, de 60 à 70 mètres.

Vers le couchant, le gîte paraît finir à une profondeur moindre que vers le levant ; en certains points, on est arrivé jusqu'à 20 à 25 mètres et l'on n'a plus rencontré que des schistes argileux (agaise) ; vers le levant, au contraire, on est déjà descendu jusqu'à la profondeur de 50 mètres et l'on n'a pas trouvé le pied du gîte.

Près de son affleurement, le filon se compose, pour ainsi dire, d'une série de veines plus ou moins puissantes, très-irrégulières et disséminées dans de l'argile jaunâtre qui est la gangue dominante et qui paraît provenir de la décomposition d'un schiste ; le minerai qui se trouve dans cette argile est de la limonite ; la proportion d'argile est quelquefois si considérable, que la mine se transforme alors en argile ferrugineuse appelée *sourds* par les mineurs, et qui ne contient que 12 à 15 % de fer ; mais à mesure que l'on descend, la richesse moyenne du gîte augmente beaucoup.

On retire de ce gîte des minerais jaunes et des minerais noirs ; la mine jaune, qui est à gangue argileuse jaunâtre ou blanchâtre, se trouve principalement dans la partie nord du gîte ; elle rend 24 à 28 °/₀ de fonte et peut valoir de 20 à 28 fr. la cense lavée ; elle est de bonne qualité et donne de la fonte de moulage excellente. La mine noire, qui se trouve principalement dans la partie sud du gîte, est de meilleure qualité et beaucoup plus riche que la mine jaune, surtout vers le levant du gîte ; sa gangue est argileuse ; ce minerai contient de 32 à 40 °/₀ de fer et peut valoir de 28 à 36 francs la cense lavée ; on le rencontre en plus grande abondance vers le levant que vers le couchant ; mais, à une certaine profondeur, il se transforme en carbonate de fer (*teux*), qui est souvent très-pyriteux ; vers le couchant, ce carbonate de fer a été rencontré à une profondeur moindre que vers le levant.

Depuis assez longtemps déjà, ce gîte est exploité en très-grande partie jusqu'à la profondeur de dix mètres en moyenne, profondeur à laquelle les eaux se sont présentées en assez grande abondance ; d'autres exploitations ont pu être ensuite pratiquées, en dessous de ce niveau, par puits et galeries en opérant l'épuisement des eaux à la tonne ; mais on n'a pu atteindre le fond du gîte qu'en un point ou deux, et l'affluence des eaux a encore obligé de suspendre les travaux. Une machine à vapeur d'épuisement est établie dans la partie Est, et, avec son secours, on a pu descendre, en un point, jusqu'à 55 mètres de profondeur sans avoir trouvé le pied du gîte.

Il reste donc encore une très-grande quantité de minerai que l'on pourra exploiter lorsque les moyens d'épuisement seront en nombre suffisant et convenablement établis, et c'est justement dans cette partie du gîte, sous l'eau, que se trouve le minerai le plus riche.

Aujourd'hui, 25 à 30 siéges d'exploitation sont en activité dans cette commune, et plusieurs extractions à ciel ouvert

sont établies pour reprendre le minerai laissé par les premiers exploitants.

Le Petit-Trayen qui se trouve à 250 mètres environ au nord du Grand-Trayen, est bien moins important que ce dernier; il a été exploré, vers le couchant de la commune, sur une étendue de 200 mètres environ; la tête est recouverte par un banc de terre végétale de 3 à 4 mètres d'épaisseur. Ce gîte a été exploité, par galeries souterraines, sur une hauteur de 1 mètre à $1^m,50$, mais le minerai que l'on en a retiré, a été trouvé de médiocre qualité, très-sec et se présentant en petites veines dans le schiste blanc; on a dû cesser ces extractions.

Fontaine-Valmont.

Le gîte reconnu à Fontaine-Valmont, paraît être la continuation de l'un de ceux qui se trouvent dans la commune de La Buissière; on n'y a exploité que peu de minerai; les derniers travaux ont été exécutés en 1846, à la profondeur de 22 à 25 mètres sous le sol; la puissance était de 2 à 3 mètres; le minerai, de la qualité dite *mine de fer métis*, était peu abondant et très-pauvre; on a trouvé dans le gîte une grande quantité d'argile ferrugineuse (sourds).

Biesme-sous-Thuin.

Dans la commune de Biesme-sous-Thuin, on exploite par puits et galeries, le gîte nommé *Petit-Trayen* (voir Erquelinnes); le Grand-Trayen ne se fait pas convenablement dans cette localité.

Les travaux ont été poussés jusqu'à la profondeur de 30 mètres sous le sol, et l'on n'a pas trouvé le fond; les eaux ont empêché de descendre plus bas.

Ce gîte a de 2 à 6 mètres de puissance, généralement plus de 4 mètres; il est compris entre bancs de grès, et se trouve ordinairement partagé en deux parties, dans toute sa hauteur, par un banc de terre noire assez plastique de 1 mètre à

1m.15 d'épaisseur; le minerai, dans la partie au midi de ce banc d'argile, est généralement de couleur rougeâtre et moins foncée que celui de la partie au nord; ce dernier est appelé *minerai noir*, tandis que l'autre porte le nom de *roussette*.

En certains endroits, ce filon se présente dans une position presque verticale, et, un peu au levant du village de Berzée, il plonge sous les bancs qui forment son toit.

La dureté du minerai augmente avec la profondeur, et, en général, la mine est plus noire, moins géodique vers le pied du gîte que dans la partie supérieure.

Ce minerai passe pour donner du fer tendre; il perd au lavage de 40 à 50 °/₀.

Peu de travaux d'exploitation ont été pratiqués dans cette commune; pendant l'année 1847 et les années précédentes, il y a eu de 2 à 6 siéges d'extraction en activité; de 1847 à 1852 inclusivement, on n'a fait aucune extraction; en 1853, 6 à 7 siéges d'exploitation ont été ouverts et la production a été beaucoup plus élevée qu'elle ne l'avait été pendant les années précédentes; en 1854, on n'a rien extrait.

Rangnies.

Les amas dits *Grand-Trayen* et *Petit-Trayen* passent dans la commune de Rangnies.

Le Grand-Trayen qui se trouve à 60 ou 100 mètres au midi du Petit-Trayen, n'est pas d'une exploitation avantageuse dans cette localité; on n'y a établi, jusqu'à présent, que des extractions de très-peu d'importance.

Le Petit-Trayen se trouve compris entre des bancs de grès blanchâtre, au sud, et le grès rougeâtre au nord; son exploitation a lieu par puits et galeries. Les travaux n'ont pas encore été portés à une grande profondeur; on a exploité jusqu'à 19 mètres sous le sol avec des galeries, et l'un des puits, destiné à l'épuisement des eaux, a été enfoncé jusqu'à

la profondeur de 22 mètres sans avoir atteint le fond du gîte.

La paroi sud de ce filon est presque verticale et s'appuie contre le grès ; la paroi nord, plus ou moins inclinée, repose sur le grès rouge; un lit d'argile plastique noire la sépare de ce grès ; la ligne d'ennoyage descend du levant vers le couchant.

Par les puits les plus au couchant, qui ont été enfoncés jusqu'à la profondeur de 20 à 22 mètres, on n'a pas encore atteint le pied du gîte; mais par le puits le plus au levant, on a rencontré le fond à 12 mètres sous le sol; en cet endroit le filon présentait encore une puissance de 1 mètre à 1^{m},50, tandis que près du jour, il atteint une épaisseur de 8 mètres.

La plus grande largeur du filon, à son affleurement, paraît être de 18 à 20 mètres ; c'est à peu près vers le centre de la partie explorée jusqu'à présent, que se trouve cette grande largeur ; au levant et au couchant de ce point, la puissance va en diminuant.

Le minerai retiré de ces exploitations est, en général, assez beau, de couleur foncée et se présente en morceaux plus volumineux que dans les mines d'Erquelinnes et de La Buissière: sa gangue est schisteuse, et sa qualité est meilleure au couchant qu'au levant ; on le rencontre assez souvent, surtout en dessous du niveau des eaux, en masses compactes difficiles à exploiter et que l'on ne peut détacher qu'en employant la poudre.

Les eaux commencent à se montrer vers la profondeur de 10 à 12 mètres sous le sol.

On trouve dans ce gîte, principalement vers le centre, du carbonate de fer en masses très-dures ; ce carbonate qui est riche, compacte, difficile à exploiter, se présente surtout au couchant ; dans la partie du gîte la plus au levant, on n'en trouve pour ainsi dire que des traces ; la profondeur à laquelle on le rencontre est d'autant plus grande que l'on se porte davantage vers le couchant ; au-dessous, le minerai est pur, plus difficile à exploiter et de bonne qualité.

Ce minerai perd au lavage de 40 à 50 °/₀ ; il convient pour la fabrication du fer métis et de la fonte de moulage ; son rendement en fonte est de 30 à 34 °/₀, du moins lorsqu'il provient de la partie du gîte au-dessous du niveau des eaux; le minerai de la partie supérieure est moins riche et ne donne que 22 à 26 °/₀ de fonte. Ce minerai peut valoir de 16 à 27 fr. la cense lavée.

Ce gisement n'a pas été exploité de 1847 à 1852 inclusivement ; en 1853, on a établi 4 à 5 siéges d'extraction souterrains et l'on a porté l'exploitation jusqu'à la profondeur de 20 mètres ; l'épuisement des eaux a été opéré à la tonne.

Thuillies.

Le gîte que l'on exploite à Thuillies consiste en une sorte d'amas couché incliné au sud et plongeant en partie sous le calcaire ; il repose sur le psammite. Sa puissance est de 3 à 4 mètres, mais elle atteint quelquefois 16 ou 18 mètres.

Depuis longtemps, on a établi, dans ce gîte, des travaux souterrains qui ont été poussés jusqu'à la profondeur de 20 mètres, ainsi que des exploitations à ciel ouvert ; il paraît que l'on n'a pas encore atteint le pied à cause de l'abondance des eaux.

Ce minerai qui donne de la fonte de moulage et du fer métis, présente une couleur assez foncée et se trouve disséminé dans de l'argile et des schistes de couleur blanche, grise, jaune, rouge, verte et noire ; ces argiles diversement colorées, forment pour ainsi dire, de petites masses logées dans l'amas dont la couleur dominante est le jaune un peu verdâtre.

On trouve dans ce gîte des blocs très-durs de grès imprégnés de minerai de fer (sourds) qui présentent une couleur rougeâtre ; dans le voisinage de ces sourds, le minerai est généralement pauvre et de mauvaise qualité.

En général, ce minerai est peu riche ; il rend de 25 à 28 °/₀

de fonte; sa valeur peut être estimée de 15 à 22 fr. la cense lavée.

A dix mètres environ au nord de ce gîte, il s'en trouve un deuxième moins important sous le rapport de la puissance et de la teneur en minerai; peu d'exploitations y ont été établies; le minerai qu'on en a retiré a été trouvé d'assez mauvaise qualité.

Cour-sur-Heure.

Le gîte exploité dans cette commune est le même que celui de Thuillies; sa puissance varie de 1 à 7 mètres; on y a établi des exploitations à ciel ouvert ainsi que des travaux souterrains qui, en certains endroits, ont été poussés jusqu'à la profondeur de 20 mètres; les eaux ont empêché de descendre plus bas, et l'on n'a pas encore atteint le pied du gîte.

Ce gîte contient une grande quantité de sourds; son minerai est schisteux, d'un aspect terne, très-pauvre et ne rend que 20 à 25 °/₀ de fonte; il donne du fer tendre; il est peu recherché; valeur : 15 à 22 fr. la cense lavée.

VII.

Leugnies. — Solre-Saint-Géry. — Beaumont.

Il existe dans ces trois communes plusieurs filons peu importants placés entre les roches de l'étage quartzo-schisteux supérieur et de l'étage calcareux inférieur du terrain anthraxifère; ils ont été exploités à ciel ouvert et par galeries souterraines; mais les extractions ont été peu développées parce que l'on a été arrêté, en plusieurs endroits, par les eaux; d'ailleurs, le minerai que l'on en a retiré a été trouvé de médiocre qualité; à Solre-Saint-Géry, cependant, on a rencontré, à l'endroit dit *Lauroy*, un amas très-peu étendu (goffée) qui a donné du minerai de très-bonne qualité; mais cet amas a été bientôt épuisé.

Depuis plus de dix ans, on n'a fait aucune extraction de minerai de fer dans ces communes.

VIII.

Forges. — Bourlers. — Baileux.

Le gîte de *Forges* est un amas couché de faible puissance; il a été exploité par galeries souterraines, et la plus grande profondeur à laquelle on a porté les travaux, a été de 16 à 18 mètres. Le minerai qu'il fournit consiste en sables ferrifères agrégés, de couleur brunâtre, donnant du fer métis ou tendre; il est de médiocre qualité et perd 50 °/₀ au lavage; il a été traité dans les hauts-fourneaux de Couvin.

Depuis l'année 1847, on n'a opéré aucune exploitation dans cette localité.

A *Bourlers,* le gîte se présente en amas couché; il a été exploité par puits et galeries et à ciel ouvert; mais depuis l'année 1847, on n'y a fait aucune extraction. Le minerai que l'on retire de ce gîte, est de l'hydrate de peroxide de fer, sulfureux, donnant du fer métis; il perd jusqu'à 65 °/₀ au lavage.

Enfin, à *Baileux,* on trouve un amas couché donnant du sable ferrifère agrégé; ce minerai d'assez mauvaise qualité et donnant du fer métis, n'était employé, aux hauts-fourneaux de Couvin, qu'à défaut d'autre minerai.

Depuis l'année 1845, on n'a pas exploité ce gîte.

1855.

EXPÉRIENCES

FAITES

SUR DIFFÉRENTES PIÈCES DE BOIS, A L'EFFET D'EN DÉTERMINER LE COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ;

PAR M. MARCQ,

SOUS-INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES, SOUS LA DIRECTION DE M. HOUBOTTE, INGÉNIEUR DE PREMIÈRE CLASSE DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Le but de ces expériences est essentiellement pratique. Au point de vue théorique, on possède en effet, sur le mode de flexion des bois des données suffisantes pour les applications. Un grand nombre d'observateurs habiles ont prouvé par les résultats qu'ils ont obtenus, que les hypothèses générales qui servent aujourd'hui de base aux formules relatives à la flexion, sont, sinon d'une vérité absolue, au moins approchent assez de l'exactitude, pour que les déductions qu'elles fournissent soient adoptées avec une entière sécurité.

On est ainsi fondé à admettre sans restriction, en ce qui concerne l'art de l'ingénieur, l'hypothèse de la nature fibreuse du bois, celle d'une couche de fibres qui, dans les cas d'équilibre ne sont ni allongées, ni raccourcies et enfin celle de l'égalité de résistance des fibres à l'extension et à la compression.

Mais si, sous ce rapport, les faits constatés laissent peu à désirer, on ne saurait méconnaître qu'il est loin d'en être ainsi à tous égards; nous croyons ne pas nous tromper en disant que, sauf quelques rares exceptions, notamment les

expériences de MM. Chevandier et Wertheim, sur les bois de chêne et de sapin des Vosges, les essais faits jusqu'à ce jour, sont des expériences de cabinet laissant subsister bien du vague pour les praticiens. N'y a-t-il pas, en effet, une très-notable différence entre des pièces de faible dimension choisies dans les meilleures conditions et les pièces que fournit le commerce? Combien peu souvent arrive-t-il qu'on ne rencontre dans ces dernières, tout au moins des nœuds, de l'aubier ou du ligneux n'ayant pas atteint toute sa consistance; combien est-il rare surtout, que la manière dont le débit a été effectué, n'ait occasionné des solutions de continuité dans les fibres? De telles pièces ne possèdent pas, à coup sûr, un coëfficient d'élasticité aussi élevé que ceux qu'on trouve dans les ouvrages sur la matière. Dans quelles limites l'inégalité existe-t-elle? On possède, avons-nous dit, peu de renseignements à cet égard; il y a donc lieu, ce nous semble, de croire que quelques expériences faites en vue de combler cette lacune, ne seront pas sans utilité.

Les résultats de ces expériences se trouvent consignés dans une série de tableaux qui suivent. Nous dirons plus loin quelles sont les précautions qui ont été prises, à l'effet d'évaluer avec exactitude les flexions. Ici nous mentionnerons les résultats principaux des observations qui ont été faites.

1° La loi de proportionnalité des flèches aux charges s'observe sensiblement dans les limites de l'élasticité.

2° Au delà de la limite où commence l'altération de l'élasticité, l'accroissement des flèches est plus rapide que celui des charges.

3° En approchant de la charge de rupture, la loi précédente cesse de subsister. Dans cette dernière période de la flexion, les augmentations des flèches ne vont plus croissant pour un même poids ajouté, à mesure qu'on s'écarte de la limite de l'élasticité. La rupture se fait brusquement.

4° Pour les pièces de fort équarrissage provenant d'arbres de moyenne grosseur, les coëfficients d'élasticité sont moin-

dres que pour des pièces de moindres sections dont les fibres ont plus de continuité. L'inspection des tableaux permet de voir dans quelles limites a lieu l'inégalité.

5° Quand, après avoir soustrait une pièce à l'action d'une charge, on laisse de nouveau agir celle-ci après un bref délai, la flèche que l'on peut alors observer est plus forte que celle observée en premier lieu.

6° En soumettant au calcul les résultats consignés dans les tableaux, on trouve que la limite d'extension $\mu = 0{,}0006$. indiquée par divers auteurs, comme ne devant pas être dépassée dans la pratique, est suffisante pour donner de la stabilité aux constructions.

On trouve également que l'on obtient une stabilité suffisante en ne pas dépassant l'effort, $R = 600.000$, par mètre carré indiqué aussi comme limite, et cela même pour les essences inférieures admises dans les constructions.

7° Les rapports des charges auxquelles correspondent les commencements d'altération d'élasticité aux charges de rupture, sont compris pour les six essences essayées, entre les limites $\varsigma = 0.43$ et $\varsigma = 0.33$.

La limite supérieure se rapporte à l'essence de chêne, la limite inférieure à l'essence de hêtre.

L'appareil employé pour charger les pièces et mesurer les flexions était composé de la manière suivante :

Dans une forte semelle engagée dans le sol, s'assemblaient deux montants verticaux reliés par une traverse supérieure ou chapeau. L'ensemble de ces quatre pièces formait ainsi un cadre d'une grande solidité, lequel était d'ailleurs maintenu verticalement.

Au chapeau était suspendu le levier en fer d'une forte romaine, aux extrémités duquel étaient adaptés, d'une part, un plateau sur lequel on plaçait les poids, et, de l'autre, deux tiges en fer ayant la forme de longs chaînons. Ceux-ci saisissaient à leur partie inférieure un rouleau cylindrique en fer, placé sous la pièce à essayer, laquelle était retenue à ses extrémités au moyen de deux autres rouleaux cylindriques

maintenus par des pièces prenant appui sur la face inférieure de la semelle.

Les trois rouleaux étaient placés normalement à l'axe de la pièce convenablement soutenue avant l'essai, par des cales en bois.

Le rapport entre les longueurs des bras de levier de la romaine était égal à 25. On pouvait ainsi produire de grands efforts à l'aide de charges médiocres, ce qui facilitait la marche des expériences.

La lecture des flèches se faisait à l'aide d'un vernier, indiquant les dixièmes de millimètres adapté à une tige en fer, recourbée à ses extrémités qui étaient taillées en biseaux. — Cette tige avait une longueur de 3 mètres et portait sur les rouleaux qui retenaient la pièce à ses extrémités. On opérait de la sorte, toujours sur la même longueur, sans qu'il y eût, sous ce rapport, d'erreurs possibles.

L'appareil, ainsi constitué, a servi à essayer les pièces de $\frac{0.25}{0.25}$ d'équarrissage ; il a servi également à produire la rupture des autres pièces de $\frac{0.19}{0.10}$; mais pour observer sur ces dernières les circonstances de la flexion, il était trop puissant; on l'a, en conséquence, remplacé par une romaine plus faible, suspendue aussi à la partie supérieure du cadre précédemment décrit.

Les précautions qui ont été observées pendant la durée de ces expériences sont les suivantes :

La pièce à essayer était placée la face supérieure bien horizontalement et les faces latérales bien verticalement, à l'aide d'un niveau à fil à plomb. Sous les rouleaux supérieurs, afin d'éviter la compression du bois, laquelle eût pu vicier les indications du vernier, on intercalait une lame en tôle ; pour s'assurer que par ce moyen on évitait réellement toute erreur provenant de la compression, on eut recours à la vérification suivante :

La règle en fer portant le vernier fut placée sur deux lamelles métalliques faisant saillie sur l'une des faces latérales et placées dans l'horizontale passant par le centre de la face. Les lectures faites à l'aide de la règle placée de cette façon, concordaient avec celles faites quand la règle était placée à la partie supérieure de la pièce, sur les rouleaux.

Pour éviter des secousses trop brusques, on procéda aux épreuves en faisant varier par petites quantités les charges.

INDICATION DES RÉSULTATS OBTENUS.

Tableau n° 1.

ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE.	OBSERVATIONS.
Mètres.	Mètres.	Kilog.			
0.25 / 0.25	3.00	2500	0 0045	5'	Beau bois, sans nœuds, fil droit. Densité 0.0129
		3000	0.0052		
		3500	0.0062		
		4000	0 0073		
		4500	0 0084		2P
		5000	0 0095		
		5500	0 0107		
		6000	0 0118		V V
		*6500	0.0129		2a
		7000	0.0142		
		7500	0.0154		
		8000	0.0164		* Limite au delà de laquelle commence l'altération d'élasticité.
		8500	0 0186		
		9000	0 0205		
		9500	0.0221		
		10000	0 0236		
		2500	0 0056	5'	
		3000	0 0066		
		3500	0.0077		
		4000	0.0087		
		4500	0.0099		
		5000	0 0111		
		5500	0 0122		
		6000	0 0133		
		6500	0.0145		
		*7000	0.0156		* Limite au delà de laquelle commence l'altération d'élasticité.
		7500	0.0169		
		8000	0.0180		
		8500	0 0195		
		9000	0 0206		
		9500	0.0217		
		10000	0.0230		

Tableau n° 2.

ESSENCE.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE	OBSERV
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
Mélèze. Pièce posée à plat	0.19 / 0.10	3 00	37.50	0 0008	5'	Pièce sans défaut,
			75. »	0.0016		
			112.50	0.0025		
			150. »	0.0035		
			187.50	0.0946		
			225. »	0 0055		
			262.50	0.0065		
Même pièce posée sur champ.			37.50	0,00025	5'	
			75 »	0.00047		
			112.50	0.00071		
			150. »	0.00094		
			187.50	0.00118		
			225. »	0 00143		
			262.50	0.00171		
			300. »	0 00201		
			337.50	0.0023		
			375. »	0 0026		
			412.50	0 0029		
			450. »	0.0032		
			487.50	0.0036		
			525. »	0.0040		
			675. »	0 0056		
			825. »	0.0070		
			975 »	0 0085		
			1125. »	0.0098		
			1350. »	0 0127		
			*1600. »	0.0150		* Limite au delà mence l'altération d'
			2000. »	0,0169		
			2250. »	0.0207		
			2500 »	0.0243		
			2750. »	0.0270		
			3000 »	0 0299		
			3250. »	0.0330		
			3500. »	0.0370		
			3750. »	0.0400		
			4000. »	Rupture.		

Tableau n° 3.

…CE.	ÉQUARRISSAGE	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE.	OBSERVATIONS.
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
Rhin.	0.25 / 0.25	3.00	2500	0 0065	5′	Bois médiocre, saigné, peu de nœuds, fil droit. Densité 0.3812.
			3000	0 0080		
			3500	0.0094		
			4000	0 0108		
			*4500	0.0122		* Limite au delà de laquelle commence l'altération d'élasticité.
			5000	0.0137		
			5500	0.0153		
			6000	0.0172		
			6500	0.0195		
			7000	0 0230		
			7500	0.0246		
			8000	0.0263		
…ièce …ant …sens …se.			2500	0.0063	5′	
			3000	0.0076		
			3500	0.0090		
			4000	0.0103		
			4500	0 0116		
			5000	0 0130		
			*5500	0 0144		* Limite au delà de laquelle commence l'altération d'élasticité.
			6000	0.0165		
			6500	0.0194		
			7000	0.0215		
			7500	0 0237		
			8000	0 0255		

Tableau n° 4.

ESSENCE.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE.	OBSERV
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
Sapin du Rhin. Pièce posée à plat.	0.19 / 0.10	3 00	25	0.0006	5'	Beau bois, fil d très-saigné et quelq Densité 0.3740.
			50	0.0011		
			75	0.0018		
			100	0 0025		
			125	0.0031		
			150	0 0038		
			175	0.0046		
			200	0 0053		
Pièce posée sur champ			25	0.00018	5'	
			50	0.00037		
			75	0.00055		
			100	0 00080		
			125	0.00105		
			150	0 00128		
			175	0 00154		
			200	0.00180		
			225	0.00210		
			250	0.00240		
			300	0 00271		
			325	0.00300		
			450	0 00440		
			650	0 00660		
			850	0 00880		
			*1050	0 01110		* Limite au delà mence l'altération d
			1250	0 0140		
			1450	0.0178		
			1650	0 0240		
			1850	0 0270		
			2050	0 0325		
			2250	0 0350		
			2400	0 0390		
			2500	0 0410		
			2650	Rupture.		

Tableau n° 5.

...NCE.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE.	OBSERVATIONS.
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
...ène.	0.25 / 0 25	3.00	2500	0.0046	5′	Beau bois, pas de nœuds, fil droit. Densité 0.7445.
			3000	0 0055		
			3500	0 0064		
			4000	0 0073		
			4500	0.0082		
			5000	0.0091		
			5500	0.0100		
			6000	0.0109		
...pièce ...nt en ...verse.			2500	0 0047	5′	
			3000	0.0057		
			3500	0 0067		
			4000	0.0077		
			4500	0.0086		
			5000	0.0096		
			5500	0.0105		
			6000	0 0114		
			6500	0 0123		
			7000	0 0132		
			7500	0.0142		
			*8000	0.0151		* Limite en deçà de laquelle il n'y a pas altération d'élasticité.
				0.0011	5′	Après déchargement.

Tableau n° 6.

ESSENCE.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE.	OBSERVATIO
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
Chêne. Pièce posée à plat.	0.19 / 0.10	3.00	90	0.00315	5'	Beau bois, pas de no Densité 0.7722.
			110	0 00385		
			130	0 00455		
			150	0.0052		
Même pièce posée sur champ.			90	0.0012	5'	
			130	0.0016		
			170	0.0020		
			230	0.0024		
			270	0 0028		
			310	0.0033		
			330	0.0038		
			390	0 0043		
			430	0 0048		
			470	0 0053		
			510	0.00575		
			550	0 0063		
			590	0.00675		
			630	0.0073		
			730	0.0085		
			830	0.0097		
			930	0 0109		
			1030	0.0120		
			*1430	0 0164		* Limite au delà de mence l'altération d'élas
			1830	0 0203		
			2230	0.0242		
			2500	0 0296		
			2800	0 0337		
			3100	0.0369		
			3200	0 0382		
			3300	Rupture.		

[redacted]

Tableau n° 7.

	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE.	OBSERVATIONS.
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
Riga	0.25 / 0.25	3 00	2500	0 0049	5′	Beau bois, fil droit, sans nœuds ni aubier, cœur d'arbre. Densité 0.6114.
			3000	0,0059		
			3500	0.0070		
			4000	0.0081		
			4500	0.0091		
			5000	0 0101		
			5500	0 0111		
			6000	0 0121		
				0 0013		5 minutes après déchargement.
				0.		1 heure id.
pièce ...nt en ...verse			2500	0.0043	5′	
			3000	0,0053		
			3500	0 0063		
			4000	0,0074		
			4500	0.0085		
			5000	0 0095		
			5500	0 0105		
			*6000	0 0115		Limite au delà de laquelle il y a altération d'élasticité.
			6500	0 0124		
			7000	0 0134		
			7500	0.0144		
			8000	0 0154		
				0 0009		5 minutes après le déchargement.
				0.		1 heure id.

Tableau n° 8.

	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE.	OBSERVATIONS
...s.	Mètres.	Kilog.			
...08 / ...05	3 00	90	0 0019	5′	Bois assez beau, mais ... des nœuds, non saigné, co... Densité 0.5093.
		110	0.00235		
		130	0 0028		
			0.00325		
		90	0.00055	5′	
		130	0.0008		
		170	0 0011		
		210	0 00135		
		250	0 0016		
		290	0 00185		
		330	0.0021		
		370	0.00235		
		470	0.00295		
		570	0.00355		
		770	0.0049		
		970	0.0064		
		*1170	0.0079		*Charge en deçà de laque... pas altération d'élasticité.
		2500	0.0226		
		2750	0 0259		
		3000	0 0289		
		3100	0 0307		
		3200	0 0325		
		3300	Rupture.		

Tableau n° 9.

:E.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES	DURÉE DE L'ÉPREUVE.	OBSERVATIONS.
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
n tzig.	0 25 / 0 25	3,00	2500	0 0045	5′	Beau bois, fil droit sans nœuds, ni aubier, cœur d'arbre. Densité 0.5342.
			3000	0 0054		
			3500	0 0063		
			4000	0 0072		
			4500	0 0081		
			5000	0.009		
			5500	0 010		
			6000	0.0109		
				0 0004		5 minutes après le déchargement.
				0.		1 heure id.
pièce ant en averse.			2500	0.0041	5′	
			3000	0.0050		
			3500	0 0059		
			4000	0.0068		
			4500	0.0078		
			5000	0.0089		
			5500	0.0100		
			*6000	0.0111		*Limite au delà de laquelle commence l'altération d'élasticité.
			6500	0 0123		
			7000	0 0133		
			7500			
			8000			
				0		1 heure après le déchargement.

Tableau n° 10.

ESSENCE.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE	OBSERVATIONS
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
Sapin de Dantzig.	0,195 / 0 105	3.00	90	0 00235	5'	Beau bois, sans nœuds, ma mant un peu d'aubier (4 cent Saigné, densité 0,4558.
La pièce posée à plat.			110	0.0029		
			130	0 00345		
			150	0 004		
				0		Après le déchargement.
La pièce posée sur champ			90	0 0008	5'	
			130	0.0011		
			170	0 0014		
			210	0 0017		
			250	0.00205		
			290	0.0024		
			330	0 0028		
			370	0 0032		
			470	0 0042		
			570	0.0053		
			770	0 00765		
			970	0.0100		
			*1170	0 0124		*Charge en deçà de laquel pas altération d'élasticité.
			2500	0 0307		
			2700	0 033		
			2900	0 036		
			3100	0.0378		
			3300	0.0393		
			3400	0.0407		
			3500	Rupture.		

Tableau n° 11.

…ENCE.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE	OBSERVATIONS.
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
de Riga.	0.195 / 0.10	3.00	90	0.0027	5'	Bois médiocre, fil droit, pas d'aubier, un peu saigné, cœur d'arbre. Densité 0.6479.
…ce posée … plat.			110	0.0034		
			130	0 00395		
			150	0.0045		
				0.		Après le déchargement.
…ce posée … champ.			90	0.00075	5'	
			130	0 001		
			170	0.00125		
			210	0 00155		
			250	0.00185		
			290	0.00215		
			330	0 00245		
			370	0.00275		
			410	0 00305		
			*2400	0.032		*Charge déterminant l'altération d'élasticité.
			2600	0.036		
			2800	0 040		
			3000	0.0434		Cette expérience et les deux suivantes ne donnent pas la limite où commence l'altération. Il en est de même de la précédente.
			3200	0.0465		
			3300	Rupture.		

Tableau n° 12.

ESSENCE.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES	DURÉE DE L'ÉPREUVE	OBSERVATIONS
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
Mélèze. Pièce posée à plat.	0.195 / 0.10	3.00	90	0.0022	5'	Beau bois, fil droit, co un centimètre d'aubier, pe Densité 0.6208
			110	0.0026		
			130	0.00305		
			150	0 0035		
				0.		Après déchargement.
Pièce posée sur champ.			90	0.0005	5'	
			130	0.00075		
			270	0.001		
			210	0.00125		
			250	0 0015		
			290	0.00175		
			330	0 002		
			370	0 00225		
			410	0.0025		
			*2400	0.0197		* Charge déterminant de l'élasticité.
			2600	0 0215		
			2800	0.024		
			3000	0 027		
			3200	0 031		
			3400	0.035		
			3600	0 042		
			3700	0.045		
			3800	Rupture.		

Tableau n° 13.

…CE.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE	OBSERVATIONS
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
Rhin.	0.195 / 0 10	3 00	90	0 00215	5'	Beau bois, quelques nœuds, peu d'aubier, fil droit, saigné, pas cœur d'arbre. Densité 0.3649.
…sée			110	0 0026		
…L.			130	0.0031		
			150	0.00365		
			.	0		Après déchargement.
…èce			90	0 0006	5'	
…ur			130	0.0008		
…'.			170	0 0011		
			210	0 0014		
			250	0 0017		
			290	0 002		
			330	0 0025		
			370	0 00265		
			410	0.0029		
			*2400	0.0241		* Charge déterminant une altération d'élasticité.
			2650	0.027		
			2900	0.03		
			3100	0 032		
			3300	0 0357		
			3400	Rupture.		

Tableau n° 14.

ESSENCE.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES	DURÉE DE L'ÉPREUVE.	OBSERVA
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
Hêtre.	0.26 / 0.247	3.00	2500	0 0067	5'	Beau bois, fil dro sans nœuds ni aubier Densité 0.6913.
			3000	0.0082		
			3500	0.0093		
			4000	0 0109		
			4500	0.0123		
			5000	0.0136		
			5500	0 0148		
			6000	0 0161		
				0.0013		La flèche après le
				0.0		1/2 heure après.
La pièce reposant sur sa plus petite largeur.			2500	0.0055	5'	
			3000	0 0068		
			3500	0.0080		
			4000	0.0093		
			4500	0.0105		
			5000	0 0117		
			5500	0.0129		
			*6000	0 0141		* Limite au delà mence l'altération de
			6500	0 0152		
			7000	0.0164		
				0.001		Flèche après le dé
				0.00		1/2 heure après.

Tableau n° 15.

NCE.	ÉQUARRISSAGE.	DISTANCE DES APPUIS.	CHARGES AU MILIEU.	FLÈCHES OBSERVÉES.	DURÉE DE L'ÉPREUVE.	OBSERVATIONS.
	Mètres.	Mètres.	Kilog.			
re.	0 19 / 0.10	3.00	90	0 00315	5′	Beau bois, fil droit, pas d'aubier et peu de nœuds. Densité 0.7362.
: posée at.			110	0 00385		
			130	0 00450		
			150	0.00520		
				0		Flèche après déchargement.
posée mp.			90	0 0012	5′	
			130	0 0016		
			170	0.0020		
			230	0.0024		
			270	0.0028		
			310	0 0033		
			350	0.0038		
			390	0 0043		
			430	0.0048		
			470	0.0053		
			510	0.00575		
			550	0.0063		
			590	0.00675		
			630	0.0073		
			730	0 0085		
			830	0.0097		
			930	0 0109		
			1030	0 0120		
			1230	0 0142		
			*1430	0.0164		* Limite au delà de laquelle commence l'altération de l'élasticité.
			1630	0.0185		
			1830	0 0203		
			2030	0 0223		
			2230	0.0242		
			2330	0.0248		
			....	....		
			4300	Rupture		

A l'aide des tableaux qui précèdent, il est aisé de déterminer les coëfficients d'élasticité des diverses pièces soumises à l'expérience.

La formule à employer à cet effet est la suivante qui donne la flèche en fonction de la charge, de la longueur de la pièce et de son moment d'élasticité.

$$f = \frac{Pa^3}{3\varepsilon} \quad (1)$$

Dans cette formule f est la flèche.

P la demi-charge placée au milieu de la pièce.

a la demi-longueur de la pièce.

ε sont moment d'élasticité.

Dans le cas actuel ε est égal à $E\frac{bh^3}{12}$, E étant le coefficient d'élasticité de la pièce,

b sa largeur,

h sa hauteur.

De la formule (1) on déduit :

$$E = \frac{4Pa^3}{bh^3 f}$$

Substituant dans cette dernière formule celles des quantités qui dans les tableaux correspondent, dans les deux épreuves subies par chaque pièce aux limites de l'élasticité, on trouve les valeurs de E, ci-dessous.

(Scierie de Sclessin.) Mélèze . .	N° 1	E =	819.000.000
	2	=	1.250.000.000
(Provenant de l'entrepreneur Frémersdorff.) Sapin du Rhin. .	3	=	649.000.000
	4	=	1.146.000.000
(Scierie de Sclessin.) Chêne. . .	5	=	929.000.000
	6	=	940.000.000
(Scierie de Sclessin.) Riga. . . .	7	=	879.000.000
	8	=	1.283.000.000

(Provenant de l'entrepreneur Beaulieu.) Dantzig.	9 E	= 939.000.000
	10	= 967.000.000
(Scierie de Sclessin.) Riga. . . .	11	=1.206.000.000
Id. Mélèze. . .	12	=1.490.000.000
Id. Sapin du Rhin.	13	=1.358.000.000
(Provenant de l'entrepreneur Frémersdorff.) Hêtre.	14	= 653.000.000
	15	= 942.000.000

En se servant des chiffres ci-dessus, on peut aussi déterminer quel a été pour chaque pièce, dans les limites d'élasticité, l'allongement réel des fibres. La formule à employer à cet effet est la suivante :

$$\frac{\varepsilon}{\rho}=\frac{P\,l}{4}=\frac{P\times 2\,a}{4} \quad (a)$$

ε étant comme précédemment le moment d'élasticité.

ρ le rayon de courbure.

P et $l = 2\,a$, conservant leur signification antérieure. On sait d'ailleurs que l'on a $\rho = \frac{h'}{\mu}$

μ étant l'allongement des fibres les plus fatiguées rapporté à l'unité de longueur,

h' la distance de ces fibres les plus fatiguées à l'axe d'équilibre.

On est conduit en faisant les substitutions convenables dans la formule (a) aux résultats suivants :

Pièce N° 1	μ =	0.0024
2	μ =	0.0016
3	μ =	0.0022
4	μ =	0.00114
5	μ =	0.0025
6	μ =	0.0019
7	μ =	0.00195
9	μ =	0.00184

Pièce N° 10 $\mu = 0.00136$
14 $\mu = 0.0025$
15 $\mu = 0.0020$

Les rapports des charges qui ont déterminé un commencement d'altération d'élasticité à celles qui ont produit la rupture sont indiqués dans le tableau suivant :

Pièce N°	2	= 0.40	Mélèze.
	4	= 0.39	Sapin du Rhin.
	6	= 0.43	Chêne.
	7	= 0.40	Riga [1].
	10	= 0.34	Sapin de Dantzig.
	15	= 0.33	Hêtre.

Une dernière observation reste à faire pour terminer les explications que nous avons cru devoir joindre aux chiffres compris dans les tableaux qui précèdent. C'est qu'il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, de saisir le moment précis où commence, dans une forte pièce qui fléchit, l'altération d'élasticité; on ne concevrait pas que cette difficulté n'existât pas dans un essai fait sur une petite échelle; à plus forte raison quand il s'agit de pièces ayant un équarrissage de $\frac{0.25}{0.25}$ comme celles sur lesquelles nous avons opéré, on se trouve dans un embarras réel. Nous avons eu recours, dans le cas actuel, à toutes les circonstances qui pouvaient nous guider ; nos chiffres sont un peu plus élevés dans les deux derniers tableaux que ceux consignés dans Arthur Morin, page 234. La différence n'est toutefois pas grande et nous ne croyons pas avoir été trop loin. On ne perdra pas de vue qu'il s'agit dans les expériences citées dans le livre d'Arthur Morin, de

(1) Le chiffre 0 40 résulte d'une expérience faite sur la pièce n° 7, sciée en deux dans le sens de sa longueur et dans laquelle les charges ont été augmentées jusqu'à rupture des pièces. Dans les expériences inscrites plus haut, on a suivi une marche qui ne donne pas la charge à laquelle correspond le commencement d'altération de l'élasticité.

pièces d'un équarrissage de $\frac{0.05}{0.05}$ et que celles que nous avons employées avaient des dimensions quatre à cinq fois plus considérables.

Il convient aussi de ne pas perdre de vue l'observation faite en tête du présent rapport, que les expériences ci-dessus relatées ont été faites dans le but de fournir des indications pratiques. En opérant sur les échantillons fournis par le commerce, on n'est nullement dans les conditions voulues, pour comparer entr'elles, d'une manière rigoureuse, les qualités réelles des diverses essences.

Charleroy, le 2 janvier 1856.

DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

EN 1855,

PREMIÈRE PARTIE

Avant de rendre compte des appareils télégraphiques qui ont été envoyés, en assez grand nombre, à l'Exposition universelle de 1855,

DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

EN 1855,

DANS LE SERVICE DES LIGNES ÉLECTRIQUES ET A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS,

PAR M. J. VINCHENT,

INGÉNIEUR DE L'ÉTAT.

PREMIÈRE PARTIE.

EXAMEN COMPARATIF DES SYSTÈMES PRINCIPAUX.

I.

Avant de rendre compte des appareils télégraphiques qui ont été envoyés, en assez grand nombre, à l'exposition universelle de 1855, il est utile de faire un exposé succinct des procédés que la pratique a consacrés, dans la télégraphie européenne.

Il est rare qu'une exposition industrielle révèle, pour la première fois, une invention destinée à faire époque dans la science, à révolutionner une industrie. Les instruments ou les produits qui se présentent en plus grand nombre sous les yeux du public, sont, en général, ceux qui ont obtenu déjà un succès, durable ou passager, dans l'exploitation industrielle ou dans la consommation.

Un des faits les plus intéressants au point de vue télégraphique, a trouvé ainsi une espèce de consécration à l'exposition universelle de Paris.

L'appareil américain, du système Morse, qui était à peine représenté en 1851, au Cristal-Palace de Londres, a été

envoyé à Paris par la grande majorité des constructeurs qui s'occupent d'appareils télégraphiques.

Est-ce un engouement irréfléchi et momentané? Est-ce, au contraire, une prépondérance assez décisive pour imposer enfin les mêmes moyens de correspondance à tous les Etats de l'Europe, et, plus tard, au monde entier?

Les faits semblent répondre affirmativement à cette dernière question. Déjà, l'appareil américain est adopté dans toutes les relations internationales. Les reproductions aux frontières ont cessé, et le télégraphe a son libre échange.

En pareille matière, l'uniformité constitue à elle seule un avantage important, lors même que le système adopté ne serait pas le meilleur. Si le choix est heureux, il y a double avantage et le progrès est assuré.

II.

En 1850 et 1851, époque à laquelle les premières relations télégraphiques internationales s'ouvrirent en Europe, trois systèmes principaux étaient placés au premier rang. Chose remarquable, c'étaient les appareils les plus simples et les premiers mis en pratique qui étaient restés en possession des correspondances les plus importantes. Tous trois emploient des alphabets de convention, appropriés à leurs organes respectifs. Tout ce qui avait été combiné laborieusement pour reproduire les caractères ordinaires et faciliter ainsi l'instruction du personnel, avait échoué par les dérangements et les lenteurs. Les chemins de fer, qui ont besoin d'une télégraphie spéciale, à la portée de tous leurs agents, et agissant ordinairement à courte distance, les chemins de fer, seuls, avaient adopté des appareils *à lettres*. Nous avons essayé de traiter cette question secondaire dans une notice insérée au tome XI des *Annales des travaux publics*. En commençant, nous avions indiqué comme projet d'étude plus sérieuse, la comparaison des trois sys-

tèmes principaux. Il y aurait eu quelque mérite à traiter cette question, avant que l'assentiment général l'eût résolue, à prévoir la décision et à en développer les causes. Notre tâche d'aujourd'hui est plus modeste : elle consiste à enregistrer des faits accomplis, des motifs tout trouvés. Même dans ces limites, elle n'eût point été entreprise sans les circonstances spéciales qui se sont présentées dans le service télégraphique belge. Les trois systèmes ont été en activité régulière, sous nos yeux, au bureau télégraphique de Bruxelles, qui correspondait avec chacun des pays voisins au moyen de l'appareil adopté par celui-ci. Une expérience personnelle de plusieurs années suppléera peut-être à tout ce que notre travail peut laisser à désirer, sous d'autres rapports.

III.

BASES DE COMPARAISON.

Nous désignerons par le nom d'*appareils anglais* tous ceux qui dérivent de la disposition inventée par M. le professeur Wheatstone [1]. Les signaux sont produits par deux aiguilles aimantées, suspendues verticalement, et équilibrées sur un axe horizontal.

Sous l'action d'un multiplicateur ou d'un électro-aimant, ces aiguilles peuvent être inclinées à droite ou à gauche, d'après la direction donnée au courant.

Les signaux se composent d'une ou plusieurs oscillations à droite ou à gauche, de l'aiguille droite, de l'aiguille gauche, ou des deux aiguilles ensemble.

D'après la combinaison usitée, et dans les conditions ordinaires, il faut en moyenne *deux mouvements* pour exprimer un signal, lettre ou chiffre.

[1] La première patente de M. Wheatstone, date du 12 juin 1837. M. Quetelet a rendu compte de la disposition primitive à l'académie de Bruxelles, dans la séance du 10 février 1838. Il y avait cinq aiguilles. L'appareil à deux aiguilles tel qu'il a été appliqué sur toutes les lignes anglaises, avec la collaboration de M. Cooke, est une simplification du premier.

Cet appareil emploie deux fils conducteurs. En cas de dérangement à l'un deux, on peut manœuvrer d'une aiguille seulement. Les mouvements alors se multiplient, deviennent plus confus, et peuvent être évalués à trois, en moyenne. pour un signal.

L'appareil français est celui que M. Bréguet a établi en 1845 sous l'inspiration de M. Alphonse Foy, alors à la tête de l'administration des télégraphes de France. Il s'agissait de reproduire aussi exactement que possible les signaux de la télégraphie aérienne encore en fonction sur la plus grande partie des lignes françaises. Cette condition qui semblait une entrave, a donné naissance à l'un des appareils télégraphiques les plus remarquables qui aient été inventés. S'il n'est pas sans inconvénients au point de vue de l'exploitation des dépêches privées, il a des qualités spéciales qui le maintiendront toujours à un rang supérieur.

Comme l'appareil anglais, il emploie deux aiguilles et deux fils. Mais les aiguilles, au lieu d'indiquer les signaux par oscillations, les représentent par leurs *positions*, qui sont au nombre de huit pour chacune d'elles. Ces positions sont réglées par un mouvement d'horloge qui s'échappe chaque fois que le courant est envoyé ou rompu. Leurs combinaisons deux à deux sont au nombre de soixante-quatre. Les lettres, les chiffres, et d'autres signaux s'expriment par un seul mouvement.

Dans le travail par un fil, la même aiguille indique successivement les deux positions qui constituent le signal complet. Il y a donc deux mouvements par signal.

L'appareil américain a été inventé en 1837 [1] par M. le professeur Morse, de Philadelphie. Il n'a besoin que d'un fil

[1] Des documents ont été publiés, les uns dans le but de prouver que M. Morse avait conçu, en 1832, l'idée du télégraphe qui porte son nom ; d'autres, afin de contester la date ou la priorité de l'invention. Celle-ci a été publiée et appliquée, en 1837, par M. Morse.

et procède d'une façon tout à fait différente. Au récepteur, l'armature d'un électro-aimant fait partie d'un levier qui porte un poinçon. Quand l'armature est attirée, le poinçon agit sur une bande de papier que déroule régulièrement un mouvement d'horloge. Un contact instantané fournit un point. Un contact plus long produit une barre. Les signaux sont des combinaisons de barres et de points.

Si l'on considère comme *mouvement* élémentaire le temps nécessaire à la production d'un point, il faudra un mouvement pour laisser en blanc l'espace entre les marques d'un même signal, trois mouvements pour produire une barre, trois mouvements pour séparer deux signaux, quatre ou cinq pour séparer deux mots.

En calculant le nombre de ces mouvements élémentaires et en l'appliquant à la matière qui fait l'objet ordinaire des transmissions, on obtient une moyenne de neuf à dix mouvements par signal.

Ce qui précède constitue la simple définition des trois appareils qui vont être examinés. Un grand nombre de descriptions en ont été publiées avec les figures indispensables. Nos observations ne peuvent guère intéresser, d'ailleurs, que ceux qui connaissent les trois systèmes et se sont rendu compte de la manière dont ils fonctionnent.

Pour fournir un bon service, un appareil télégraphique doit être :

1° *Exact*, c'est-à-dire offrir peu de chances d'erreurs à une intelligence et à une attention ordinaires.

2° *Facile*, en n'exigeant pas, chez le télégraphiste, une instruction et une habileté hors ligne, ou un apprentissage trop long.

3° *Régulier*, en fonctionnant sans dérangements fréquents, sans exiger des soins minutieux, dans des circonstances plus ou moins favorables, et dans les conditions variables d'isolement et de résistance que présentent les fils conducteurs.

4° *Rapide*, c'est-à-dire capable de transmettre un grand nombre de correspondances dans un temps donné.

5° *Économique* à un triple point de vue : *a*, dans les frais d'acquisition, d'entretien et de force motrice; *b*, dans le nombre de fils conducteurs qu'il exige; *c*, dans le personnel nécessaire pour le desservir.

C'est sur l'ensemble de ces qualités que toute préférence doit être basée. Elles vont être examinées successivement.

IV.

EXACTITUDE.

Les chances d'erreur sont nombreuses dans la télégraphie. Aucun appareil, aucun service n'en est complétement exempt. Sur presque toutes les lignes de l'Europe, on a admis comme règle de répéter d'office, sans que le public en fasse la demande, les chiffres, les noms propres, et les mots difficiles ou importants. Malgré cette précaution, les erreurs continuent, parce qu'elles sont inséparables de toute intervention humaine. Dans des cas exceptionnels, les expéditeurs prennent leurs garanties en faisant répéter leurs dépêches moyennant surtaxe, depuis le bureau de destination.

Cette précaution est rarement employée. Le public préfère user du télégraphe tel qu'il est, avec ses imperfections, ses chances d'erreurs et de retard. Il n'en reste pas moins, aux offices télégraphiques, le devoir de se préoccuper avant tout de l'amélioration de leur service sous ce rapport. Nous ne nous étendrons pas sur les mesures administratives adoptées; mais nous avons placé en première ligne, parmi les qualités des appareils, celle de diminuer les chances d'erreur.

Dans le service de l'appareil télégraphique, les erreurs peuvent être commises en transmettant ou en recevant — en écrivant ou en lisant,

En général, il est plus facile de se tromper en lisant, parce que la matière est inattendue, tandis que celui qui écrit

sait ce qu'il va exprimer. En cas de doute, il peut ralentir ou attendre, prendre son temps comme il lui convient, passer rapidement sur les mots qui lui sont familiers et épeler à son aise ceux qui lui sont étrangers.

Celui qui lit, au contraire, est obligé d'assimiler ses facultés à celles de son correspondant, et de deviner ses intentions; s'il emploie un instant à réfléchir, le fil des signaux est interrompu pour lui.

Nous rendrons cette vérité plus sensible par un exemple : supposons qu'un employé allemand transmette à un français une dépêche contenant des mots des deux langues. Le premier, sans se rendre compte du fait, sera tenté de transmettre plus vite les mots allemands — plus lentement les mots français. C'est exactement le contraire de ce qui convient à son correspondant. La dépêche en deux langues est également difficile pour les deux employés, et pourtant le travail de celui qui transmet est de beaucoup le plus facile.

Ces considérations s'appliquent surtout aux appareils français et anglais; elles expliquent une des grandes supériorités de l'appareil américain : c'est de fournir à l'agent qui reçoit une dépêche écrite, qu'il a tout le loisir de déchiffrer; aussi n'interrompt-il jamais son correspodant que lorsque celui-ci a réellement mal transmis, ou lorsque l'appareil fonctionne mal, tandis que dans les systèmes anglais et français des signaux, parfaitement bien faits et reproduits, doivent être répétés par cela seul que le lecteur les a mal compris.

Dans la plupart des systèmes télégraphiques, la lecture est plus difficile que la transmission. C'est le contraire dans l'appareil américain, sans que pour cela la transmission soit moins exacte que dans les autres. De là une supériorité d'exactitude incontestable.

Après l'intérêt très-grand d'éviter les erreurs, vient l'utilité presque aussi grande de remonter à la source des erreurs qui n'ont pas pu être évitées. Ce qui n'a pu être prévenu doit être réprimé. Dans l'emploi des appareils français et an-

glais on a pris le parti d'imputer les erreurs à l'agent qui transmet. C'est à lui de se faire répéter tout ce qui est sujet à doute. Les mots qui manquent sont imputés à l'agent qui reçoit, car il aurait dû en vérifier le nombre, qui lui est annoncé. A défaut de preuves matérielles, on procède par supposition. Dans le système Morse, la preuve matérielle est là. C'est la bande de papier, que l'on a soin de conserver. L'agent qui reçoit peut, pour sa justification, produire ce qui lui a été transmis. L'agent qui transmet montre les mots et les nombres qui lui ont été répétés. A moins que l'appareil n'ait été dérangé, on sait toujours à qui l'erreur doit être attribuée, connaissance précieuse pour l'éducation et la surveillance du personnel, précieuse surtout dans les relations internationales, pour instruire les réclamations et attribuer à chaque office en cause le remboursement des taxes, qui est accordé habituellement lorsque les dépêches ont été dénaturées.

Ainsi donc, au point de vue si important de l'exactitude, le premier rang appartient sans conteste au système américain. Les deux autres systèmes se présentent ensuite avec des avantages qui se balancent à peu près. L'appareil français, s'il marchait toujours régulièrement, serait plus exact que l'appareil anglais parce que celui-ci a des signaux qui doivent se compter. Un A est représenté par deux coups d'aiguille à gauche : un B par trois coups. Un tremblement de l'aiguille, un moment d'inattention ou d'éblouissement peut faire confondre un signal avec l'autre. Dans l'alphabet français, chaque lettre ou chiffre se présente avec une forme déterminée que la mémoire peut conserver absolument comme l'enfant retient la figure des lettres ordinaires. Les lettres E et F diffèrent beaucoup moins entre elles que deux quelconques des 64 signaux français. Il n'y a donc pas de doute pour celui qui connait cet alphabet. Il a vu une lettre telle qu'elle est, ou il ne l'a pas vue du tout.

Malheureusement la succession rapide de ces signaux n'est pas exempte de perturbation. Il faut que les positions suc-

cessives des aiguilles du récepteur suivent rigoureusement celles des manivelles du manipulateur.

Or, il suffit des moindres variations dans la conductibilité et l'isolement de la ligne, pour détruire cette concordance, et troubler ou distraire par là l'attention du lecteur, tandis que dans l'appareil anglais, plus *régulier* comme nous le verrons plus loin, cette cause d'erreur n'est pas à craindre.

Toutefois, il faut juger un système d'après sa marche normale et régulière. C'est pourquoi nous donnons le second rang d'exactitude à l'appareil français, l'appareil anglais le suivant de très-près.

Nous avons considéré surtout les erreurs à la réception, parce qu'à la transmission il n'y a pas plus de motif de se tromper dans un système que dans l'autre.

V.

FACILITÉ

Ce qui vient d'être dit, quant à l'exactitude, suffit pour indiquer que l'appareil Morse est de beaucoup le plus facile à lire. Il est aussi d'une transmission plus aisée parce que l'agent qui manipule ne doit jamais saisir qu'une idée à la fois. Des inventeurs, voulant tracer sur une bande de papier des signaux plus rapides, ont imaginé de faire agir le crayon au-dessus et au-dessous d'une ligne donnée. Il faut pour cela manipuler dans un sens et dans l'autre, et combiner deux idées. Cette difficulté seule compense les avantages de la disposition, et rend préférables les points et les barres qui se succèdent en ligne droite.

Le célèbre Wheatstone, en composant son alphabet, a très-bien compris cette difficulté, car ses deux aiguilles, lorsqu'elles fonctionnent ensemble, exécutent les mêmes mouvements. Ces mouvements sont à droite ou à gauche, il n'y a pas d'autre idée à saisir, tandis que dans l'appareil français, chaque aiguille a huit positions, et il faut confondre dans une même conception deux positions différentes.

L'appareil français ne vient donc qu'en troisième ligne, quant à la facilité de transmission et de lecture. Les considérations motivées dont nous venons de faire l'exposé trouvent leur confirmation dans la pratique.

Dans les conditions ordinaires de travail et d'intelligence, un élève sera mis au courant de la manœuvre en quinze jours pour le système Morse, en un mois pour l'appareil Wheatstone, en quatre mois pour le système français. Nous parlons ici du degré d'instruction suffisant pour transmettre et recevoir sans trop d'erreurs et de retard. Le temps nécessaire pour former un télégraphiste complet est beaucoup plus long.

VI.

RÉGULARITÉ.

Des appareils qui fonctionnent d'une manière admirable dans un cabinet de physique peuvent être tout à fait impropres au service d'une ligne télégraphique. Ainsi, par exemple, on s'est préoccupé souvent de réduire la force motrice nécessaire, afin d'économiser les piles. Deux appareils sont établis dans les meilleures conditions de sensibilité. On les réunit pour essai par des bobines dont la résistance équivaut à une ligne de quatre cents — de six cents kilomètres. Ils fonctionnent avec dix ou vingt éléments, et peuvent échanger cent, deux cents signaux en une minute. On en est émerveillé; les appareils sont transportés sur une ligne de résistance égale ou moindre et dès le premier jour leur concordance est altérée. La moindre perte sur la ligne, un contact mal établi, des conditions de conductibilité et d'isolement, qui varient d'après le temps ou les heures de la journée, suffisent pour interrompre la correspondance. La sensibilité même que l'on avait tant cherchée, expose les appareils à subir les moindres influences, à fonctionner par des courants dérivés des fils voisins, et qui sont destinés à d'autres signaux.

Quelles que soient les qualités théoriques et pratiques d'un

système donné, il cesse d'être exact, facile, rapide et économique s'il ne fonctionne pas régulièrement dans des conditions *très-variables* de force motrice, de résistance, d'isolement et d'aptitude du personnel.

Le système anglais est celui qui offre le plus de régularité. Les aiguilles doivent seulement s'incliner à droite ou à gauche. Quelque affaibli que soit le courant, il y a presque toujours un signal perceptible. Le courant peut varier dans la transmission du même mot sans que pour cela les lettres cessent d'être distinctes. Un signal est-il mal compris, le lecteur peut interrompre sans déranger en rien la concordance des appareils, qui restent *toujours réglés*. Les diverses parties de l'appareil sont si simples que l'entretien en est facile, le dérangement très-rare. Enfin, lorsque plusieurs bureaux se servent des mêmes fils, ils peuvent prendre tour à tour la parole sans que leur intervention successive donne lieu à ces dérangements de commutateurs, à ces communications mal établies, à ces relais insuffisants que l'on redoute dans les autres systèmes employés.

Autrefois, les appareils anglais subissaient fréquemment un dérangement qui leur était propre. Les aiguilles aimantées, placées dans un multiplicateur compris constamment dans le circuit de la ligne, étaient sujettes à perdre leur aimantation, ou à avoir leur pôle renversé par l'action de l'électricité atmosphérique. Cet inconvénient est évité en grande partie dans tous les nouveaux appareils, par la suppression des multiplicateurs. Ce sont des électro-aimants qui agissent sur les aiguilles, par attractions et répulsions. Les mouvements y gagnent en netteté. Les aiguilles sont mieux préservées des courants violents, et le fer doux des électro-aimants n'est pas sujet à s'aimanter d'une manière permanente.

Les appareils anglais perfectionnés sont donc les moins sujets à se déranger.

Les appareils américains offrent quelques-uns des avantages que nous venons d'énumérer. Chez eux également, aucune

concordance ne doit être maintenue entre le manipulateur et le récepteur. Aucune interruption ne peut les écarter de leur position normale et obliger les agents qui correspondent *à se mettre d'accord par une manœuvre spéciale*. Mais ils doivent être réglés cependant en raison de la puissance du courant. Si celui-ci varie par trop, les signaux cessent d'être distincts, car on ne peut régler les ressorts que dans de certaines limites de temps et de puissance. Cet inconvénient a rendu nécessaire l'emploi des piles locales qui font manœuvrer les récepteurs dans les conditions les plus constantes possibles. Le courant envoyé par le poste éloigné n'a d'autre mission que d'agir sur un relais. Celui-ci ne devant fonctionner que par un simple contact, il devient plus facile d'en obtenir des effets réguliers. Son armature peut être attirée faiblement ou fortement, dans de certaines limites, sans que l'écriture soit altérée.

Cette combinaison, quelque avantageuse, quelque nécessaire qu'elle soit, introduit un organe de plus dans l'appareil et, par conséquent une chance de plus de dérangement. Il en est de même des relais de pile, de distance en distance. Aucun appareil ne peut en user aussi bien que l'appareil américain, mais cette facilité même est une cause de perturbations. Nous ne pouvons donc donner au système américain que le second rang, en ce qui concerne la régularité.

L'appareil français est celui qui exige les lignes les mieux isolées et les résistances les plus constantes. Non-seulement il a besoin d'être équilibré, c'est-à-dire d'avoir l'attraction de l'armature exactement contrebalancée par un ressort, mais il faut que les aiguilles de son récepteur suivent sans manquer un seul cran, les évolutions du manipulateur. Un envoi de courant plus faible que les autres fait manquer un ou deux ns : la transmission est arrêtée et il faut revenir au point départ. L'éducation des agents qui manœuvrent cet appa- comprend non-seulement le talent de transmettre et de , mais l'habilité spéciale de régler. Encore les plus habiles

ne parviennent-ils pas à régler sans perdre du temps.

L'appareil français est donc le moins régulier des trois. Il importe de remarquer qu'il offre cependant une régularité plus grande que la plupart des dispositions dont nous ne parlons pas ici, appareils à lettres, à impressions, etc. Nous nous bornons à comparer les trois systèmes reconnus les meilleurs dans la télégraphie pratique. La troisième place, dans l'une quelconque des qualités que nous considérons, ne comporte donc qu'une infériorité relative. L'expérience a prouvé surabondamment qu'elle n'est pas un motif d'exclusion.

VII.

VITESSE.

Il y a plusieurs moyens d'évaluer et de comparer la vitesse de transmission. On suppute quelquefois le nombre de mouvements que chaque système doit opérer, en moyenne, pour faire un signal, lettre ou chiffre. En admettant comme possible de faire par exemple 300 mouvements distincts par minute (autant que le balancier d'une montre ordinaire), on trouverait ainsi d'après les alphabets que nous avons indiqués, que les trois systèmes considérés fournissent, par minute, le nombre de signaux ci-après :

Appareil français	300
» anglais.	150
» américain.	32

On ne peut guère se fier à cette évaluation purement spéculative. Nous allons voir combien elle s'écarte de la réalité. Un moyen plus pratique a été souvent employé. Il consiste à prendre une page écrite ou imprimée, et à la faire transmettre montre en main.

Nous pensons que ce procédé peut fournir des renseignements utiles, mais qu'il est insuffisant pour rendre compte du travail réel et pratique des appareils.

En voici les motifs :

1° Le texte à transmettre est ordinairement rédigé avec plus de suite que les dépêches télégraphiques. Il ne contient pas de chiffres ou, s'il en contient, ils ne sont pas groupés comme dans la plupart des dépêches. Il est presque toujours plus facile de transmettre et de recevoir un texte semblable que celui qui fait l'objet du travail journalier.

2° Les employés qui savent qu'on les met à l'épreuve, exercent une attention extraordinaire ; ils sont préparés et surexcités. Ils supportent une tension d'esprit qu'ils n'apporteraient pas dans un travail continu.

3° L'épreuve est exempte des appels, des annonces, des numéros, des malentendus et des répétitions que toutes les dépêches occasionnent plus ou moins.

La différence est tellement réelle, et tellement grande qu'un appareil qui pourrait transmettre 40 mots par minute, demande trois à quatre minutes pour achever une dépêche privée de 20 à 25 mots, dans les mêmes conditions de matériel et de personnel.

Voudrait-on recueillir des renseignements plus exacts et plus minutieux en s'installant dans un poste où fonctionnent les trois systèmes et en tenant note exacte, par minute et par seconde, du commencement et de la fin de chaque dépêche. Ce travail ne serait pas exempt d'erreurs, parce qu'il ne tiendrait pas toujours compte des intervalles, des alternatives et des circonstances spéciales par lesquelles une ligne fonctionnerait mieux que l'autre. Ou bien il faudrait se résigner à continuer pendant longtemps des relevés semblables et prendre la moyenne des résultats.

Nous avons cru pouvoir substituer à ce système d'observations, un relevé attentif des procès-verbaux tenus au bureau central de Bruxelles, pendant l'année 1854. L'expérience a duré assez de temps, et les moyennes mensuelles offrent assez de concordance pour que les causes d'irrégularité puissent être supposées les mêmes dans les trois systèmes comparés.

Nous n'oserions nous en rapporter à des annotations indi-

quant, par heure et par minute, le commencement et la fin de chaque dépêche. Il y aurait trop d'erreurs, trop d'à-peu-près dans ce genre d'inscriptions. Les procès-verbaux n'indiquent d'ailleurs que l'heure de transmission terminée. C'est pourquoi nous n'avons pris pour exemple que des séries de dépêches écoulées sans attente ou interruption, circonstance qui se présente assez fréquemment dans le service. Supposons une série de *six* dépêches. La première est achevée à 1 heure 10, la dernière à 1 heure 30. Il y a *cinq* dépêches passées en 20 minutes, soit en moyenne quatre minutes par dépêche.

Il est évident qu'une erreur d'inscription d'une ou deux minutes se reportant sur plusieurs unités d'une même série ne peut altérer sensiblement les résultats.

Ces relevés ont été faits avec beaucoup de soin, dans le service de Bruxelles à Anvers, et dans les relations internationales directes avec Paris, Amsterdam et Berlin.

Le service télégraphique entre Bruxelles et Anvers fonctionne dans des conditions toutes spéciales. Il offre, particulièrement aux heures de Bourse, des moments d'affluence où les dépêches, présentées à peu près en même temps, doivent nécessairement attendre leur tour. Or, un voyageur parcourt en moins d'un heure, dans un convoi express, la distance qui sépare ces deux villes. Un retard d'une heure dans une transmission télégraphique, retard fréquent et inaperçu dans les relations internationales, fait un effet déplorable à une distance aussi rapprochée, bien qu'en télégraphie, la distance ne soit pour rien dans la vitesse obtenue.

Il importe donc d'obtenir, entre Anvers et Bruxelles, un service très-rapide. Deux lignes y sont consacrées : une troisième va être établie. L'une des lignes en activité est desservie par l'appareil anglais et nous servira de type pour en mesurer la vitesse. Aux heures de Bourse, il n'est pas rare de voir passer à cet appareil vingt à trente dépêches sans attente ou interruption, avec toute la promptitude dont les employés sont capables.

Dans le service international le même fait se reproduit, avec des séries moins longues toutefois. Les lignes d'une grande étendue sont sujettes à des interruptions plus fréquentes. Elles doivent souvent desservir plusieurs relations. Il en résulte que des dépêches s'accumulent assez souvent dans deux bureaux entre lesquels la correspondance est momentanément suspendue. Aussitôt que cette correspondance est rétablie, les dépêches en souffrance passent alternativement dans un sens et dans l'autre, sans perte de temps, et dans les conditions voulues pour nos observations.

Le tableau qui suit fournit la récapitulation des exemples recueillis dans les procès-verbaux de 1854. Comme la longueur moyenne des dépêches considérées diffère d'un mois à l'autre, et qu'elle a été inférieure, pour les dépêches d'Anvers, à la moyenne générale, le tableau offre partout la réduction du nombre des dépêches en leur attribuant une longueur uniforme de 20 mots.

Le service de l'appareil français a souffert, pendant les premiers mois de l'année, du mauvais état de la ligne. Afin d'éviter l'influence de cette circonstance exceptionnelle sur le résultat général, nous avons substitué aux observations du premier trimestre, des exemples plus favorables pris dans le quatrième trimestre de 1853.

Sauf ces deux modifications, qui ont pour but de rendre les conditions aussi égales que possible, le tableau offre le résumé fidèle des observations recueillies. Elles concernent plus de 6,000 dépêches qui ont passé dans le même bureau, par les soins du même personnel, et avec les mêmes formalités.

En moyenne générale, le temps nécessaire pour la transmission d'une dépêche de 20 mots, y compris l'annonce, la répétition des chiffres et des mots douteux et toutes les formalités en usage, a été, avec le système anglais. 4^{min} 16$^{\text{sec.}}$
avec le système français 4 8
» américain vers la Prusse. 5 4
» » les Pays-Bas. . . . 4 40

Récapitulation des observations faites dans le courant de l'année 1854.

MOIS de L'ANNÉE 1854	APPAREIL ANGLAIS — Nombre de dépêches observées.	Nombre moyen de mots par dépêche.	Nombre équivalent de dépêches de 20 mots.	TEMPS ÉCOULÉ — Pour toutes les séries. Min.	Par dépêche. Min.	Par dépêche. Sec.	APPAREIL FRANÇAIS — Nombre de dépêches observées.	Nombre moyen de mots par dépêche.	Nombre équivalent de dépêches de 20 mots.	TEMPS ÉCOULÉ — Pour toutes les séries. Min.	Par dépêche. Min.	Par dépêche. Sec.	APPAREIL AMÉRICAIN. — PRUSSE — Nombre de dépêches observées.	Nombre moyen de mots par dépêche.	Nombre équivalent de dépêches de 20 mots.	TEMPS ÉCOULÉ — Pour toutes les séries. Min.	Par dépêche. Min.	Par dépêche. Sec.	APPAREIL AMÉRICAIN. — PAYS-BAS — Nombre de dépêches observées.	Nombre moyen de mots par dépêche.	Nombre équivalent de dépêches de 20 mots.	TEMPS ÉCOULÉ — Pour toutes les séries. Min.	Par dépêche. Min.	Par dépêche. Sec.
Janvier. . . .	385	17	327	1,676	5	07	115	19	107	471	4	24	69	19	65	404	6	15	86	19	82	492	6	»
Février	373	18	336	1,614	4	48	62	19	59	266	4	51	79	20	79	496	6	17	101	20	101	591	5	51
Mars.	330	17	281	1,349	4	48	81	19	77	364	4	44	98	19	93	504	5	25	45	19	43	248	5	46
Avril	281	18	253	1,142	4	33	100	20	100	481	4	49	120	20	120	657	5	28	49	20	49	281	5	44
Mai	308	18	277	1,265	4	35	56	20	56	246	4	24	64	20	64	308	4	49	39	20	39	147	3	46
Juin	309	18	278	1,217	4	22	79	20	79	315	4	»	72	20	72	503	4	15	21	20	21	88	4	12
Juillet.	314	19	298	1,122	3	45	161	21	169	661	3	55	101	21	106	492	4	59	70	21	74	337	4	33
Août	508	18	458	1,812	3	57	110	20	110	424	3	51	34	20	34	147	4	19	107	20	107	438	4	06
Septembre . .	328	18	296	1,210	4	05	72	20	72	268	3	43	88	20	88	479	5	27	61	20	61	509	5	04
Octobre. . . .	256	19	245	1,108	4	35	94	21	99	379	3	50	85	21	89	478	5	22	127	21	133	615	4	37
Novembre. . .	222	23	256	888	3	29	32	25	40	129	3	13	77	25	96	450	4	35	101	25	126	402	3	12
Décembre. . .	305	23	351	1,249	3	34	»	»	»	»	»	»	68	25	85	307	3	37	59	25	71	282	3	58
Totaux et moyennes générales.	3,919	18½	3,654	15,652	4	16	960	21	968	4,004	4	8	955	21	991	5,025	5	4	866	21	907	4,230	4	40

En ne tenant pas compte des fractions de minute, on peut admettre qu'en thèse générale un appareil anglais ou français peut passer *quinze* dépêches en une heure, tandis que l'appareil américain n'en passe que *douze*. Ce dernier serait donc au troisième rang, au point de vue de la vitesse, sans une considération très-importante : *il n'emploie qu'un fil*.

Or, les retards, en télégraphie, proviennent presque toujours de l'insuffisance de voies de communication.

Afin de ne pas exagérer la dépense, on règle le nombre des fils sur chaque ligne, d'après les besoins ordinaires du service. Vienne une affluence exceptionnelle, il y aura encombrement et retard. Si l'on suppose que le nombre de fils est limité à deux, pour desservir un appareil français ou anglais, et qu'on emploie ces deux fils à desservir le système Morse, on aura deux appareils par poste et double transmission. Les deux fils, au lieu de livrer passage à quinze dépêches en une heure, en laisseront passer vingt-quatre. L'avantage du système Morse est donc parfaitement établi.

Il faut remarquer en faveur des appareils anglais et français, qu'ils peuvent fonctionner avec un fil. Le système français surtout fournit de cette manière un service très-satisfaisant. Bien que le nombre des signaux se trouve doublé de fait, la transmission par un fil ne demande qu'une fois et demie le temps voulu par le service avec deux fils. Ce fait d'expérience confirme ce que nous avons dit plus haut de la difficulté de bien saisir deux signaux simultanés, difficulté qui peut seule expliquer la rapidité comparative de la transmission par un fil. Théoriquement, la durée devrait être double. Nous avons tenu note du temps employé à la transmission de 118 dépêches, passées à un fil dans le courant de l'année 1854. Le total de minutes s'élève à 753, soit 6 minutes 23 secondes par dépêche, en moyenne. Deux appareils français, fonctionnant d'une aiguille seulement, transmettraient donc 18 à 20 dépêches à l'heure, plus, par

conséquent que l'appareil double. Celui-ci est considéré comme plus sûr, et on ne manœuvre par un seul fil que lorsque le second n'est pas disponible.

Nous n'avons pas recueilli d'observations correspondantes sur la manœuvre de l'appareil anglais avec un fil. La multiplicité des manœuvres est ici une source de lenteurs et de difficultés. Soit par cette cause, soit parce que les employés y sont peu exercés, la manœuvre d'une aiguille seule est très-peu pratiquée, et demande trois fois autant de temps que l'appareil double.

Avant de terminer sur ce sujet, nous mentionnerons l'accroissement de vitesse que l'on obtient, surtout dans le système américain, en évitant de faire alterner le sens des dépêches. Supposons que Bruxelles et Berlin aient chacun dix dépêches à passer. L'usage général, et l'intérêt du public exigent qu'à une dépêche de Bruxelles à Berlin, suivie des répétitions d'office et de l'accusé de réception, succède une dépêche de Berlin à Bruxelles, et ainsi de suite. D'après ce que nous venons de rapporter, les vingt dépêches passant par l'appareil américain seront écoulées au bout de 100 minutes environ, soit 1 heure 40 minutes. Si l'on essayait de passer d'abord les dix dépêches de Bruxelles à Berlin, 15 à 20 minutes pourraient suffire dans un grand nombre de cas. En y ajoutant un temps égal pour les dix autres dépêches, la durée des répétitions, explications, etc., les vingt dépêches seraient entièrement écoulées en une heure.

L'essai de ce procédé a été fait de temps en temps dans les relations de Bruxelles avec la Prusse et les Pays-Bas. Nous avons recueilli l'exemple de 97 dépêches transmises en séries à la suite l'une de l'autre en 157 minutes, soit $1^{m}37''$ par dépêche.

C'est en vue de ce résultat que les États de l'Union télégraphique austro-germanique ont admis comme règle, en cas d'affluence, de passer six dépêches à la fois, dans le même sens. Il y a, certes, économie du temps pendant lequel la

ligne est occupée, mais comme la première dépêche de chaque série ne peut être délivrée au destinataire ou transmise sur une autre ligne, avant d'avoir été vérifiée par une répétition d'office, elle attend forcément que toutes les autres aient été transmises. Il peut arriver aussi que par suite d'un malentendu, les six dépêches soient transmises à un appareil mal réglé, et doivent être recommencées. Il est prudent de faire suivre chaque dépêche de sa *répétition avec accusé de réception*. Mieux vaut alors, si l'on n'emploie qu'un seul appareil, conserver l'alternative par dépêche, qui est restée la règle des relations internationales. Dans le cas d'une affluence excessive, il faudrait employer deux lignes, et il serait avantageux de consacrer chacun des deux appareils à la transmission dans un des deux sens, en y faisant passer, alternativement, les dépêches mêmes et les accusés de réception des communications reçues à l'autre appareil.

Nous reviendrons sur ce sujet en parlant de la transmission simultanée par le même fil.

D'après ce que nous venons d'expliquer, il faut accorder deux fils à chaque système pour les comparer équitablement et pratiquement au point de vue de la rapidité de transmission.

L'appareil américain obtient alors le premier rang. Les deux autres systèmes le suivent en occupant un rang à peu près égal. L'appareil français doit être préféré, tant à cause du résultat consigné au tableau que parce qu'il serait le plus rapide avec une ligne parfaite.

VIII.

DÉPENSE.

Dans le matériel d'un service télégraphique, les dépenses principales proviennent de l'établissement et de l'entretien des fils conducteurs. Elles varient d'après la longueur des lignes, le nombre de fils, le système employé, etc. Pour comparer un appareil américain, qui n'emploie qu'un fil, aux autres

systèmes, qui en réclament deux, il faudrait prendre une ligne donnée pour exemple, et la comparaison manquerait de généralité.

Nous éviterons de nous occuper de la ligne en comparant deux appareils américains à un appareil des autres systèmes. Une ligne télégraphique qui n'aurait qu'un seul fil n'offrirait aucune garantie contre les interruptions de service. Nous admettrons qu'on en emploie deux au moins.

Nous pouvons admettre également que la même force motrice soit employée pour les trois systèmes. Dans chacun d'eux on peut faire varier la sensibilité des appareils dans des limites assez étendues. Nous avons vu qu'une sensibilité trop grande peut devenir un défaut. Nos exemples supposeront l'emploi d'une pile de 50 éléments pour desservir deux fils.

Les piles de Daniell offrent de grands avantages. Elles sont très-constantes, faciles à entretenir, et ne donnent pas d'odeur. Mais elles sont coûteuses : une pile qui fonctionne presque continuellement sur deux ou trois fils coûte environ fr. 3 50 par élément et par année, lorque le sulfate de cuivre est à 1 franc le kilogramme.

Les piles de Bunsen, modifiées, telles qu'on les emploie généralement en Allemagne, coûtent environ fr. 2 20 par élément et par année. Elles fonctionnent parfaitement au début, mais les éléments sont reliés entre eux par des vis de pression, qui s'oxydent et fournissent de mauvais contacts lorsque la pile a fonctionné longtemps sans être démontée. Les cylindres creux en charbon manquent de solidité et finissent par se briser sous l'action de l'humidité. Nous avons employé à Bruxelles la disposition suivante qui nous donne des résultats satisfaisants. Le bocal en verre contient un cylindre creux en zinc laminé, dans lequel est placé le diaphragme ou vase en porcelaine poreuse. A l'intérieur du diaphragme se trouve un prisme de charbon très-dur, que l'on obtient en sciant à la dimension voulue les déchets

retirés des cornues à gaz. Ce prisme est relié au zinc de l'élément précédent par une bande de cuivre qui est rivée au zinc et scellée au plomb dans le charbon. La pile est alimentée d'eau de pluie très-pure autour du zinc et d'eau contenant $\frac{1}{11}$ d'acide sulfurique, autour du charbon. Elle est un peu moins puissante et moins constante que les piles dont nous venons de parler, mais son infériorité sous ces deux rapports n'est guère sensible dans le service, et se rachète par l'avantage économique qu'elle présente. Dans les conditions que nous avons citées, un élément ne coûte que fr. 1 25 par an.

On doit s'attendre à de nouveaux progrès dans cette partie du service télégraphique; nous pouvons donc faire figurer dans nos évaluations le chiffre le plus bas. Les relevés suivants rendent compte des dépenses qu'entraîne l'établissement et l'entretien d'un poste avec chacun des appareils considérés :

Système anglais.

	FRAIS D'ÉTABLISSEMENT.	DÉPENSE ANNUELLE.
	Francs.	Fr. c.
Un appareil complet à double aiguille avec les derniers perfectionnements	275	
Deux commutateurs	25	
Table et chaise	45	
TOTAL	345	
Intérêt du capital. — Entretien et dépréciation 10 p. c.		34 50
Pile. — 50 éléments à fr. 1 25, toutes dépenses comprises		62 50
DÉPENSE ANNUELLE TOTALE		97 00

Système français.

Un récepteur à deux aiguilles	400	
Un manipulateur double	170	
Une boussole de sinus	50	
Quatre commutateurs	35	
Table et chaise	45	
TOTAL	690	

	FRAIS D'ÉTABLISSEMENT.	DÉPENSE ANNUELLE.
	Francs.	Fr c.
Dépense annuelle correspondante 10 p. c. . . .		69 00
Pile. — Comme ci-dessus.		62 50
DÉPENSE ANNUELLE TOTALE. . .		131 50

Système américain (deux appareils).

Deux récepteurs à fr. 270, relais compris. . . .	540	
Deux manipulateurs 15	30	
Deux boussoles 35	70	
Six commutateurs divers.	45	
Tables et chaises.	90	
TOTAL. . .	775	
Dépense annuelle correspondante.		77 50
Pile. — Comme ci-dessus.		62 50
Pile locale au sulfate de cuivre. — 2 éléments à 15 francs par an.		30 00
Papier en bandes. — 150 rouleaux à fr. 0 80. .		120 00
DÉPENSE ANNUELLE TOTALE. . .		290 00

Le double appareil américain est le plus coûteux, et le papier qu'il consomme entre pour beaucoup dans la dépense. Mais les frais que nous venons de citer sont insignifiants lorsqu'on les compare aux frais de personnel. Admettons que les appareils soient desservis, c'est-à-dire prêts à fonctionner, jour et nuit, mais qu'ils ne fonctionnent utilement que 15 minutes par heure, soit six heures sur vingt-quatre. Dans ces conditions, trois employés par appareil pourront suffire, s'ils se trouvent dans un bureau où le personnel complet n'est requis qu'aux heures d'affluence, et où le service de nuit ne réclame pas autant d'agents que d'appareils. Nous compterons un employé supplémentaire à l'appareil anglais, parce que cet appareil ne fonctionne bien aux heures d'affluence qu'avec un aide pour écrire sous dictée. Il faudra donc compter de ce

chef, à raison de 1,200 francs, en moyenne, par agent et par année :

Système anglais, quatre agents	fr. 4,800
Id. français, trois agents.	3,600
Id. américain, deux appareils, six agents. . .	7,200

Ce qui porte la dépense totale, par année, aux chiffres ci-après :

Un appareil anglais . . . . fr.	4,897 00
Id. français.	3,731 50
Deux appareils américains	7,490 00

Pour que la comparaison soit juste, il faut remarquer que pendant une heure de travail, l'un des deux premiers appareils peut transmettre quinze dépêches seulement; les deux appareils américains ensemble en écoulent vingt-quatre dans le même temps.

Notre intention n'est pas de déduire de ces données le *prix de revient* d'une dépêche télégraphique transmise. Pour se livrer à un pareil calcul, il faudrait ignorer complétement les causes qui augmentent les frais d'établissement et d'entretien d'une exploitation télégraphique. Lorsqu'une ligne devient insuffisante, lorsque les fils et les appareils doivent être doublés, ce n'est pas parce que la journée de vingt-quatre heures est trop courte pour écouler toutes les correspondances présentées : un seul fil pourrait écouler 250 dépêches en vingt-quatre heures, et peu de lignes de six et huit fils offrent l'exemple d'un pareil travail. Mais ces 250 dépêches se présenteraient en plusieurs séries presque simultanées, occupant ensemble cinq ou six heures de la journée, si l'on n'avait qu'un seul appareil pour les transmettre; les dernières attendraient leur tour, et ce retard se répétant deux ou trois fois, entre le bureau d'origine et le lieu de destination, ôterait à la correspondance toute espèce de mérite.

Ces cas d'encombrement ne sont pas rares. C'est pour les éviter qu'on double les moyens d'exploitation, et qu'il faut

dépenser, pour 20 dépêches de plus qui arriveraient une fois par semaine, ce qui suffirait à en écouler 200 par jour, si elles étaient également réparties.

Supposons que le service de la ligne considérée se trouve dans des conditions telles, qu'en dehors de circonstances tout à fait extraordinaires, cette ligne n'ait pas à écouler plus de 12 dépêches en une heure, au *maximum* d'affluence. On pourra alors se contenter d'un seul appareil Morse, qui ne coûtera, avec son personnel, que 3,745 francs comme les deux autres systèmes, et donnera lieu, relativement à eux, à l'économie importante d'un fil sur la ligne.

Si une affluence de 13 à 15 dépêches par heure se présente fréquemment, il faut deux appareils américains, un seul de l'un des deux autres systèmes, le même nombre de fils dans les trois cas, et une dépense double avec le premier système. Mais celui-ci retrouve son avantage au delà de 15 dépêches. En effet, si l'on envisage les divers cas d'affluence qui peuvent se présenter, et si l'on veut y satisfaire sans retards, on se trouve en présence des nécessités suivantes :

NOMBRE DE DÉPÊCHES.	APPAREILS.	FRAIS ANNUELS du poste.	NOMBRE de FILS.
		FR. C.	
De 16 à 24 dépêches.	2 appareils anglais	9,794 »	4
	2 id. français	7,463 »	4
	2 id. américains.	7,490 »	2
De 25 à 30 dépêches	2 id. anglais.	9,794 »	4
	2 id. français	7,463 »	4
	3 id. américains	11,235 »	3
De 31 à 36 dépêches.	3 id. anglais	14,691 »	6
	3 id. français	11,194 50	6
	3 id. américains.	11,235 »	3

Nous ne pousserons pas plus loin cette comparaison. A mesure que les dépêches augmentent, l'avantage du système américain devient plus décisif. Pour le trouver plus coûteux en réalité, il faudrait supposer un service de 13 à 15 dépêches par heure, *ni plus ni moins*, qui serait exactement fait au moyen d'un appareil anglais ou français, et auquel un seul appareil Morse ne pourrait pas suffire sans occasionner des retards. Il est évident qu'un exemple aussi exceptionnel dans sa précision, ne peut être invoqué, et, qu'en tenant compte de la dépense en fils conducteurs, l'appareil américain devient le plus économique. Après lui, les deux autres systèmes se suivent de très-près.

IX.

COMPARAISON ET CONCLUSION.

Le tableau suivant résume les appréciations comparatives qui viennant d'être exposées. Les chiffres indiquent le rang de chaque système, au point de vue des diverses propriétés considérées.

APPAREILS.	EXACTITUDE.	FACILITÉ.	RÉGULARITÉ	RAPIDITÉ.	ÉCONOMIE.
Américain. . .	I.	I.	II.	I. (2 appareils.)	I. (Un seul fil.)
Anglais. . . .	III.	II.	I.!	III.	III.
Français. . . .	II.	III.	III.	II.	II.

L'appareil américain offre, d'après ce résumé, la plus grande somme d'avantages. Il doit être préféré surtout pour la télégraphie privée et dans les relations à grande distance.

Les qualités des deux autres systèmes se balancent. La préférence à leur accorder variera d'après les circonstances.

Si une ligne qui dessert ordinairement deux points principaux peu éloignés, doit pouvoir servir, au besoin, à des localités intermédiaires avec lesquelles on veut maintenir une communication toujours ouverte, mais employée dans des cas urgents seulement, l'appareil anglais est le meilleur, parce qu'il laisse tous les postes dans le circuit, sans rien déranger.

Dans un service où il faut conserver un échange de communications rapides, avec un emploi fréquent de chiffres secrets, c'est l'appareil français qui doit être conseillé.

Mais ces circonstances sont exceptionnelles. C'est la télégraphie privée qui l'emporte. Avec elle, l'appareil américain envahit toutes les lignes télégraphiques du continent européen.

DEUXIÈME PARTIE.

REVUE DE L'EXPOSITION.

Nous suivrons l'ordre du catalogue en commençant par les appareils construits en France.

I.

FRANCE.

1716. Bréguet et Cᵉ à Paris. — *Appareils français à signaux du modèle employé jusqu'aujourd'hui par le gouvernement.* — *Appareils à lettres* tels qu'ils sont employés sur tous les chemins de France. — Les chemins de fer de l'État en Belgique, emploient un certain nombre de ces derniers, pour leurs relations avec les postes du chemin de fer du Nord, par Quiévrain et par Mouscron. Ils ont été décrits dans les *Annales des travaux publics*, tome XI, 1852. Depuis cette époque leur disposition générale est restée la même. Ils n'ont reçu des perfectionnements que dans les détails de construction. Ils ont été établis aussi par M. Bréguet, dans des con-

ditions spéciales pour être transportés dans les waggons de service des convois. Le récepteur, le manipulateur, la boussole, la pile et les autres accessoires sont contenus dans une même caisse de petit volume. En cas d'accident au convoi, la caisse est ouverte, l'appareil est mis en communication avec le fil de la ligne en n'importe quel point, la pile est remplie d'eau, et le convoi en détresse peut échanger des signaux avec les deux stations voisines. De nombreux essais ont démontré la possibilité d'user de ce procédé [1]. Son utilité pratique varie selon le plus ou moins d'éloignement des postes télégraphiques fixes, sur le chemin de fer considéré. Sa réussite dépend du soin apporté dans l'entretien des appareils, et l'on sait que les postes fixes ne sont pas complétement exempts d'interruptions sous ce rapport. On ne peut se fier sans réserve aux moyens électriques. Des dispositions très ingénieuses et très-complètes ont été mises en pratique ; elles ne dispensent pas une administration prudente de prendre les autres précautions que la science des chemins de fer a prescrites pour éviter les chances d'accident. En présence des frais considérables qu'entraînent la plupart des signaux électriques et des doutes qu'inspire leur infaillibilité, leur adoption est souvent mise en question. Il ne faut pas renoncer pourtant à obtenir de nouveaux progrès dans cette partie, dont MM. Bréguet et Ce s'occupent tout spécialement. Ils ont exposé les appareils construits par eux d'après le procédé de M. Regnault, appareils qui ont été mis en service sur le chemin de fer de St.-Germain et qui sont destinés spécialement à l'exploitation à simple voie. Nous espérons trouver bientôt l'occasion de traiter spécialement cette question et celle des horloges électriques que les limites du présent travail nous obligent de remettre à plus tard.

[1] M. Gaillard, inspecteur des lignes télégraphiques de France, s'est occupé de cette question dans deux mémoires publiés dans les *Annales télégraphiques*, Paris, août 1855, au sujet du télégraphe des locomotives de M. le chevalier Bonelli, et de la transmission simultanée par les courants dérivés.

Les appareils américains exposés par MM. Bréguet et Cᵉ sont conformes au modèle adopté en dernier lieu par l'administration française. Le relais est placé sur le même socle que le récepteur. Cette disposition simplifie le montage de l'appareil sur la table, mais elle ôte la faculté d'enlever et de réparer une des deux pièces en conservant l'autre. Sans attacher à ce détail plus d'importance qu'il n'en mérite, nous préférons les relais séparés. Une autre innovation apportée à leurs appareils par plusieurs constructeurs français et suisses est la substitution d'un *ressort* au *poids* qui fait mouvoir la bande. Le poids peut briser sa chaîne, blesser l'employé ou tout au moins, interrompre le travail. Le ressort n'a pas ces inconvénients ; il rend le récepteur plus transportable et plus facile à placer.

1762. Garnier (Paul) à Paris. — Cet exposant, de même que le précédent, a soumis au public des horloges électriques ; nous avons renoncé, pour le moment, à nous occuper de ces appareils. Mais nous avons examiné avec le plus vif intérêt le *compositeur mécanique* pour l'appareil Morse, exposé par M. Garnier. Cet instrument substitue à la manipulation par l'employé, une action mécanique exercée par un compositeur préparé à l'avance. Il se compose d'un tambour en cuivre de $0^{m}18$ de diamètre sur lequel est disposée, en hélice, une suite de pièces rectangulaires saillantes, en bronze, lesquelles peuvent être déplacées latéralement, dans le sens de l'axe du cylindre. La figure ci-contre représente le développement de l'hélice. De *a* en *b*, sept pièces mobiles sont restées dans leur position ordinaire, c'est-à-dire à droite. Les cinq pièces *ccccc* sont poussées à gauche et alternent avec les quatre pièces *c'c'c'c'* qui sont restées dans leur position primitive. Supposons un levier disposé dans la partie moyenne *m* des pièces déplacées de manière à être repoussé par les saillies *ccccc* et à reprendre sa position lorsqu'il se trouve en face d'une des parties creuses indiquées en noir sur le dessin ; si ce levier établit un contact chaque fois qu'il est

repoussé, et envoie un courant dans un récepteur Morse, cinq points seront tracés sur le papier. En continuant de *d* en *e*, le levier restera immobile pendant un espace égal à trois points, rencontrera la saillie *e* qui produira un point, puis une saillie *ef* égale à trois points, qui produira une barre. Ce point suivi d'une barre constitue la lettre A. Après un nouveau silence égal à trois points, le levier poussé en *g*, produit une nouvelle barre suivie de trois points *hhh*. C'est la lettre B. La lettre C se produira de même par deux barres *ii* alternant avec deux points *jj*.

Pour maintenir le levier sans cesse sur la ligne *m*, les pièces rectangulaires saillantes sont disposées en hélice, comme nous l'avons dit, autour d'un tambour dont l'axe est une vis du même pas que l'hélice. En tournant par l'action d'une manivelle, le tambour place de lui-même toutes les saillies poussées à gauche devant le levier qui produit le contact.

Le but de cette disposition est d'obtenir plus d'exactitude et de rapidité dans la transmission des correspondances. On suppose que la ligne à desservir soit encombrée de dépêches. Pendant qu'elle fonctionne, les nouvelles dépêches présentées seraient remises à des agents spéciaux qui les composeraient sur des tambours de réserve. Ils feraient cette opération *à loisir*, pourraient au besoin la vérifier sur place au moyen d'un récepteur, et auraient ainsi toute garantie d'exactitude. Dès que l'appareil serait disponible, on lui apporterait les dépêches composées et quelques tours de manivelle feraient la manipulation. Le levier, poussé par les saillies, ferait exactement les fonctions du manipulateur ordinaire. Il agirait plus vite et plus régulièrement que la main de l'employé. En substituant à la manivelle un mouvement d'horlogerie qui produirait une rotation régulière et de vitesse constante, on pourrait augmenter considérablement la vitesse de la bande au récepteur et arriver ainsi à une très-grande rapidité de transmission. Comme les répétitions et les explications deviendraient tout à fait exceptionnelles, le temps

pendant lequel le fil serait occupé pour un certain nombre de dépêches subirait une notable réduction.

Nous avons essayé, dans le Palais même de l'Industrie, de composer un alphabet complet, et de le passer au récepteur. La transmission s'est opérée avec une régularité parfaite. Pas un point n'a manqué sur la bande. Mais la réussite, sur place, n'est pas une garantie de la régularité sur une ligne. Cette régularité fût-elle assurée, il faudrait examiner si le service des correspondances tel qu'il se fait actuellement, retirerait un avantage positif de la substitution des moyens mécaniques à la manipulation des télégraphistes.

Il est permis d'en douter. L'idée d'une composition préparatoire et d'une transmission mécanique n'est pas nouvelle. Dans la séance de l'académie des sciences de Paris, tenue le 2 juillet 1838, il a été rendu compte d'une disposition proposée par M. Amyot, et d'après laquelle la transmission devait être effectuée par un cylindre tournant et couvert de saillies comme *dans les orgues de Barbarie*. M. L'abbé Moigno, dans les deux éditions de son *Traité de télégraphie*, émet le vœu de voir fonctionner les appareils télégraphiques comme le métier Jacquart. Il considère comme se rapprochant de la perfection sous ce rapport, la bande découpée à l'avance au moyen de laquelle M. Bain a voulu d'abord faire fonctionner son appareil électro-chimique. Ce dernier système doit beaucoup à M. Bain, mais presque partout où il fonctionne, on se sert de la manipulation des employés, comme dans le système américain.

M. Morse lui-même a indiqué un moyen de suppléer à l'inégalité prétendue de l'action manuelle. Un *alphabet-tableau* dont le fond était isolant et sur lequel les points et les barres étaient tracés en matières conductrices devait servir à l'envoi du courant ; le télégraphiste n'avait qu'à promener un style également conducteur sur les lettres à transmettre pour envoyer et interrompre le courant avec les intervalles voulus. Ce procédé n'a jamais été mis en pratique, que nous sachions.

C'est qu'une manipulation intelligente peut seule se prêter aux circonstances variables qui se présentent dans le service. Si le résultat d'une action mécanique laisse à désirer, soit par suite de l'état de la ligne, soit par tout autre motif, il faut que toute la communication soit recommencée, tandis que dans un cas semblable, l'agent qui manipule recommence dès qu'on l'avertit, travaille plus lentement, et forme mieux les signaux quand il transmet des chiffres ou des mots douteux. L'inégalité des temps peut devenir un avantage si elle est le résultat d'une intention intelligente. L'attention continuelle de l'employé fait plus de bien que ses distractions ne peuvent faire de mal, et c'est une très-grande erreur que de considérer le métier de télégraphiste comme une fonction machinale qui laisse dormir l'intelligence et ne réclame aucune instruction.

On n'en est pas encore arrivé à passer des dépêches télégraphiques comme on file du coton. Est-ce à dire qu'il faille renoncer à tout progrès dans cette voie et repousser les moyens mécaniques qui seraient présentés pour y arriver? Ce n'est pas notre avis. Dans des circonstances spéciales et si l'on pouvait, par exemple, disposer d'une seconde ligne pour les vérifications, les demandes d'explications, etc., un transmetteur mécanique pourrait rendre de grands services. Ce procédé serait particulièrement applicable à la transmission simultanée de deux correspondances par le même fil, question nouvelle et qui excite l'intérêt, la curiosité surtout, des ingénieurs télégraphiques. Quelle que soit la destinée future de ces diverses combinaisons, celle que M. P. Garnier a exposée a le mérite de rendre matériellement pratique une idée ingénieuse qui fournira tôt ou tard des applications utiles.

Le compositeur qui figurait à l'exposition a $0^m,25$ de longueur et contient 1700 pièces mobiles. Chacune d'elles correspond à un mouvement élémentaire de transmission. D'après ce que nous avons vu, un signal, lettre ou chiffre, dans le système américain, réclame 9 à 10 mouvements, en

moyenne. Le tambour exposé fournirait donc 180 signaux ou environ 35 mots. Il suffirait pour la plupart des dépêches, et on aurait quelques tambours plus longs dans tout bureau télégraphique important, pour passer sans perte de temps les dépêches plus longues. Il faudrait pour chaque appareil un mouvement d'horloge, transmetteur, avec un assortiment de tambours, le tout pouvant être évalué à 1200 fr. environ par appareil à desservir.

1818. Mouilleron à Paris. — *Appareils américains du modèle adopté par l'administration française.*—Le relais est placé sur le socle du récepteur. Par une innovation heureuse le support de la bande de papier, et les rouleaux qui la font avancer, sont complétement séparés du mouvement d'horloge. Celui-ci se trouve par là complétement renfermé dans sa cage de verre et beaucoup mieux à l'abri de la poussière et de l'humidité.

Appareil imprimant en caractères ordinaires. — Faute de l'avoir vu fonctionner, nous ne pouvons rien en dire qui ne s'applique également à tous ceux dans lesquels cette complication a été tentée.

1953. Froment à Paris. — *Télégraphe à lettres; manipulation au moyen d'un clavier.*—Cet appareil attirait et méritait l'attention par son exécution parfaite et par la facilité de sa manipulation. Une pile se trouvait disposée de manière à faire manœuvrer l'aiguille du récepteur au moyen du clavier. Chaque touche frappée amène l'aiguille devant la lettre correspondante. Il n'est pas nécessaire de maintenir le doigt sur la touche; l'aiguille reste sur la première lettre jusqu'à ce qu'on en ait frappé une seconde.

M. Nolet, horloger à Gand, nous a montré dernièrement un appareil tout à fait semblable par la manipulation et les organes extérieurs, avec moins de luxe d'exécution. Nous l'avons vu fonctionner, entre deux établissements industriels de la ville de Gand, avec la plus grande régularité. Il semblerait que cet habile praticien a obtenu les mêmes résultats

extérieurs que M. Froment avec quelque différence dans les détails. L'appareil de M. Nolet se remonte de lui-même par la pression du doigt sur les touches. Nous ignorons s'il en est de même de l'appareil de M. Froment.

2270. Laumain et Briquet à Paris. — *Les appareils américains* exposés par cette maison sont du modèle adopté par l'administration des télégraphes de France. Nous ne répéterons pas ce que nous avons dit plus haut de la réunion du récepteur et du relais sur le même socle. Les appareils de MM. Laumain et Briquet, de même que la plupart de ceux qui sont construits en France, ont une petite dentelure aux rouleaux qui font avancer le papier. Celui-ci, indépendamment des signes tracés par le poinçon, porte à ses deux bords une série continue de points. Par cette disposition, le papier est mieux guidé et tend moins à se placer de côté. Le perfectionnement est peu important.

2273. Loiseau à Paris. — L'étalage de ce constructeur comprend les appareils perfectionnés par M. Pouget Maisonneuve, inspecteur à l'administration centrale des lignes télégraphiques de France.

M. Pouget a appliqué au système français le renversement du courant, principe introduit en Belgique par M. Gloesener, professeur à l'université de Liége, et appliqué par M. Lippens, constructeur à Bruxelles, aux appareils à lettres des chemins fer de l'État. En décrivant succinctement le jeu de l'appareil français ordinaire, nous avons indiqué huit positions de chaque aiguille autour de son centre. De ces huit positions, deux horizontales et deux verticales sont obtenues quand le courant cesse d'agir. Un ressort rappelle l'armature qui dans son retour dégage un cran du mouvement d'horloge qui fait mouvoir l'aiguille. Les quatre positions obliques, à 45° des précédentes, sont obtenues en envoyant le courant qui imprime à l'armature un mouvement vers l'électro-aimant. L'une des positions obliques ne peut être maintenue qu'en continuant à envoyer le courant, circonstance peu favorable

à la conservation de la pile et à la neutralité du fer, qui tend à acquérir par là une aimantation permanente.

D'un autre côté, le ressort qui doit rappeler l'armature doit varier de tension d'après l'intensité du courant, et les manœuvres nécessaires pour équilibrer ces deux efforts ne sont pas une des moindres difficultés de l'appareil.

M. Pouget a supprimé ce ressort. Il en remplace l'effet par un courant dirigé en sens contraire, et qui repousse l'armature là où elle était attirée. L'envoi du courant a lieu pendant que le manipulateur parcourt les 45°, mais il cesse avant la position de repos dans le cran disposé pour cela, et se renverse ensuite entre cette position et le cran suivant.

Il n'y a donc plus de ressort et plus d'envoi permanent du courant sur la ligne. Mais, si nos renseignements sont exacts, M. Pouget a supprimé le mouvement d'horlogerie et l'a remplacé par l'emploi d'une pile locale. L'électro-aimant qui reçoit le courant de la ligne, sert de relais seulement, et la pile locale, dirigée dans un sens ou dans l'autre, fonctionne même dans la position de repos de l'aiguille.

Nous croyons, comme M. Gloesener, que l'emploi des courants renversés retire de grands avantages du concours d'un mouvement d'horloge. M. Lippens s'est rallié à cette opinion dans ses dernières constructions. Sauf cette différence, le nouvel appareil français de M. Pouget est aux appareils à signaux de l'administration ce que les appareils à lettres de MM. Gloesener et Lippens sont à ceux de M. Bréguet. De plus amples détails pourront être trouvés, sur cette question dans la description insérée aux *Annales,* tome XI. Nous ne possédons pas de renseignements sur l'essai pratique du nouvel appareil à signaux. Tout le matériel d'un poste, récepteur, relais, manipulateur, boussole et commutateurs, est monté dans une seule boîte, disposition qui rend le transport et le montage plus facile, mais qui, d'un autre côté, enlève un appareil complet au service lorsqu'un seul de ses organes a besoin de réparations.

Dans son appareil électro-chimique, M. Pouget a eu surtout pour but d'améliorer la qualité du papier et d'éviter, en l'imprégnant d'un sel déliquescent, l'obligation de l'humecter au moment du travail. L'extrait suivant du mémoire présenté à l'Institut de France, le 30 juillet 1855, rend compte du perfectionnement proposé d'une manière très-complète.

« Les conditions nécessaires pour arriver à une parfaite » réussite sont nombreuses, car il faut obtenir un papier :

» 1° Très-peu couteux ;

» 2° Assez collé pour qu'on puisse y faire des annotations » à l'encre ;

» 3° Convenablement humide pour être conducteur, mais » sans excès, afin de pouvoir recevoir ces annotations ;

» 4° Un peu acide pour que sa conductibilité soit plus » grande, mais pas assez cependant pour altérer les métaux » qu'il touche ;

» 5° Facilement décomposable par l'électricité ;

» 6° Donnant, par la décomposition, un sel fortement » coloré, insoluble et inaltérable ;

» 7° D'une préparation extrêmement simple, afin qu'on » puisse en faire dans les stations mêmes, si on le juge con- » venable ;

» 8° Ne nécessitant pas l'emploi d'une pâte de papier spé- » ciale ;

» 9° Enfin d'une composition simple et facile et n'exigeant » pas l'emploi de sels, dans des proportions trop exactes.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'approbation de l'Acadé- » mie impériale des sciences un échantillon de mon papier » électro-chimique. La longueur des bandes représente à peu » près un quart de rouleau qui, en entier, coûte environ » fr. 0,15 de préparation.

» Par l'adoption de ce papier, le récepteur Morse se trouve » réduit à un mouvement d'horlogerie et à un style en acier. » Le levier à pointe sèche et la bobine avec son armature, » c'est-à-dire les parties les plus coûteuses et les plus déli-

» cates, deviennent inutiles. En outre, la transmission par » l'électricité seule est infiniment plus rapide que par les bat- » tements du levier ; aussi ai-je pu, avec une vitesse de dé- » roulement convenable, arriver à obtenir sur mon papier » des points très-nets, en me servant d'un trembleur à son- » nerie.

» Deux sels communs dans le commerce suffisent pour la » préparation de mon papier. Parmi bien des formules que » j'ai essayées, voici celle qui m'a paru la plus simple et la » plus sûre.

» Eau.	100	parties.
» Azotate d'ammoniaque cristallisé.	150	»
» Cyanure jaune de potassium et de fer. .	5	»

» En mettant cent cinquante parties d'azotate d'ammonia- » que, mon papier fonctionne pendant l'été et sans qu'il soit » nécessaire de prendre la précaution de mettre le rouleau à » l'abri de l'air. Il est évident, du reste, qu'en modifiant les » proportions, on peut obtenir encore un bon résultat. Lors- » qu'on s'est servi du papier, on peut, par une courte immer- » sion dans l'eau, faire disparaître l'excès de préparation. » J'ai prolongé cette immersion pendant douze heures, sans » que la netteté des caractères en ait été aucunement al- » térée.

» Je me suis servi, pour mes essais, du mouvement d'hor- » logerie et des cylindres d'un appareil Morse ordinaire. Ils » ont été des plus satisfaisants. Les expériences ont eu lieu » au poste central de la direction générale des lignes télé- » graphiques, au ministère de l'intérieur. Les stations de » Nancy, Saarbrück, Coblentz, Berlin et Hambourg ont été » successivement mises en communication directe avec Paris. » La transmission a été aussi rapide que possible, et les » bandes montrent la parfaite netteté avec laquelle les signes » ont été imprimés à Paris.

» Je joins ces bandes, au nombre de trois, au présent » mémoire. Elles sont accompagnées de la traduction certi» fiée. L'une d'elles, en caractères de grosseur exagérée, » porte une imitation de dépêche privée (¹). »

Nous avons vu des specimens de l'écriture obtenue par ce procédé. Ils ne laissent rien à désirer comme clarté et comme conservation. Si, comme il faut l'espérer, l'appareil américain arrive, sans perdre en régularité, à remplacer par l'action électro-chimique ses organes mobiles actuels (ou tout au moins le levier écrivant du récepteur avec son électro-aimant), nul doute que les relations télégraphiques n'en soient sensiblement améliorées. Le système qui consiste à tracer des caractères sur la bande de papier par la décomposition de la matière dont elle est imprégnée date de la patente de M. Bain, en 1843. Il a reçu depuis des modifications diverses sans que la pratique en soit devenue générale. Nous en reparlerons à propos des appareils envoyés d'Angleterre et d'Autriche à l'exposition de Paris.

2305. Freytel.—*Appareil imprimant en caractères ordinaires.*—Les caractères en relief sont disposés à l'extérieur d'une roue. N'ayant pas vu fonctionner cet instrument, nous ne pouvons dire s'il vaut mieux que tous ceux qui ont été inventés pour obtenir le même résultat. Les bandes de papier exposées à côté de l'appareil étaient couvertes d'une écriture indéchiffrable. Si l'appareil réussit mieux quelquefois, le spécimen a été mal choisi.

II.

AUTRICHE

456. Ateliers impériaux de télégraphe, à Vienne. — *Télégraphe électro-chimique pour double correspondance simultanée*, inventée par le docteur Gintl. — Les

(¹) *Comptes rendus hebdomadaires de l'académie des sciences*, tome XLI — n° 3.

appareils de M. Gintl, comme la plupart de ceux de l'exposition ne sont pas montés avec pile, et ne peuvent guère être appréciés par une simple inspection. Nous nous proposons de réunir dans un chapitre spécial, les renseignements que nous possédons sur la transmission simultanée. Quant au télégraphe électro-chimique de M. Gintl qui constitue une des modifications apportées au système de M. Bain, on nous saura gré de résumer ici les détails fournis par les *Annales de la télégraphie allemande*, qui paraissent mensuellement à Berlin.

Dans la première livraison de ces *Annales* (janvier 1854, p. 41) M. Gintl donne la description de son appareil.

Le relais de l'appareil Morse ordinaire est supprimé, ainsi que le levier et l'électro-aimant du récepteur. Il ne reste de celui-ci que les rouleaux qui font marcher le papier, avec le mouvement d'horloge qui leur donne une impulsion régulière. Avant de s'engager dans les rouleaux, la bande, préalablement imprégnée de la solution à décomposer, passe sur une éponge qui l'humecte d'une autre composition destinée à rendre le papier conducteur. Entre l'éponge et les rouleaux, la bande passe sur un cylindre métallique. Un poinçon également en métal repose sur le cylindre, le papier se trouvant ainsi interposé.

On comprend facilement que la disposition ordinaire du manipulateur et des fils conducteurs de l'appareil américain puisse servir à faire passer le courant entre le poinçon et le cylindre, à travers le papier, de manière à y tracer des points ou des barres, s'il contient une matière susceptible de se décomposer par l'électricité.

M. Gintl a fait des essais sur la solution à employer. Il s'est arrêté aux deux compositions suivantes qui ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients.

Première solution pour une livre (560 grammes) de papier :

Iodure de potassium	6	grammes.
Amidon	120	id.
Eau.	240	id.

Le papier non collé est trempé dans cette solution, après quoi on le laisse sécher et on le conserve en approvisionnement. Il faut une solution spéciale pour humecter la bande au moyen de l'éponge, à mesure qu'elle se présente au courant. — C'est une solution saturée d'alun ou de l'acide sulfurique très-étendu d'eau ou, mieux encore, un mélange des deux.

Le passage du courant laisse sur le papier des traces violettes qui, très-prononcées d'abord, deviennent d'un brun pâle au bout de dix minutes environ.

Les frais de ces solutions s'élèvent à fr. 1 25 par livre de papier.

Deuxième solution : une livre de papier réclame les quantités suivantes :

Cyanure de potassium	70	grammes.
Acide chlorhydrique	10	id.
Sel commun, solution saturée.	160	id.
Eau	450	id.

Le papier doit être humecté, en outre, au moment de son passage, d'une solution non saturée de sel commun, ou d'acide sulfurique très-étendu d'eau.

La trace du courant, par ce procédé, est d'un bleu foncé qui devient de plus en plus noir. Une fois le papier bien sec, la couleur ne change plus.

Les frais sont de 41 centimes par livre de papier. Au point de vue de la dépense et de la couleur obtenue, le second procédé est beaucoup plus avantageux, et M. Gintl lui accorde une préférence sans réserve.

Nous devons introduire ici une observation. Dans le premier procédé, la coloration résulte de la simple réaction de l'iode et de l'amidon. Dans le second, il faut que le poinçon

soit en acier, matière qui contribue à la coloration, en formant sur le papier du prussiate ou cyanhydrate de fer (bleu de Prusse). Il est évident que cette décomposition de la pointe, quelque peu sensible qu'elle soit, doit exiger un certain entretien, et nous croyons que ce petit détail n'est pas une des moindres difficultés pratiques du système électro-chimique (¹).

M. Gintl fait une revue détaillée des avantages de ce système sur l'appareil Morse ordinaire. Nous la résumerons en quelques mots :

1° Simplicité par la suppression d'organes importants ;

2° Par la suppression du relais, plus d'autre résistance que celle de la ligne et de l'épaisseur du papier ;

3° Économie des deux tiers dans les frais d'acquisition ;

4° Suppression de l'électro-aimant du récepteur de son levier, de la pile locale et des accessoires qui les réunissent ;

5° Signaux plus distincts, indélébiles et n'exigeant pas un *jour spécial* dans la disposition des appareils ;

6° Plus de rapidité dans la manœuvre. Plus de facilité par l'absence des ressorts à régler ;

7° Faculté de correspondre avec les appareils Morse ordinaires ;

8° Facilités égales pour user des relais de pile et des commutateurs nécessaires pour les manœuvres ;

9° Faculté d'utiliser les appareils existants en les modifiant pour le système électro-chimique.

Ces avantages sont communs à tous les appareils électro-chimiques. Celui de M. Gintl, essayé avec succès le 18 septembre 1853, en présence des membres de la conférence télégraphique réunie à Berlin, ne nous paraît pas différer sensiblement des autres dispositions essayées. L'emploi d'une éponge pour humecter le papier sur place, ne nous parait pas très-

(¹) Si la pratique confirme le résultat des essais, M. Pouget est parvenu à éviter cet inconvénient par la forme de son poinçon. C'est une simple lame d'acier mince dont la pointe plate, large d'un millimètre environ, s'infléchit sur le papier en le pressant légèrement.

heureux et M. Pouget, à Paris, l'a remplacé très-avantageusement par l'introduction d'un sel hygrométrique dans la solution préparatoire.

453. Del Aqua, à Milan. — *L'appareil américain* est l'objet principal. Il n'offre guère de perfectionnements appréciables relativement aux instruments employés dans l'Union austro-germanique. Le rouleau de papier est bien placé. Il est au-dessus du récepteur comme partout, mais le support est plus dégagé et obstrue moins la vue du mécanisme. Toutefois, nous préférons encore la disposition des récepteurs de M. Mouilleron. M. Del Aqua a également exposé des *sonneries à mouvements vibratoires*, appelées aussi *trembleurs à sonneries*. Ces sonneries fonctionnent sans mécanisme par le seul envoi du courant, qui se rompt et se rétablit de lui-même comme dans les appareils de MM. Siemens et Halske. Les vibrations de l'armature se communiquent à un marteau léger qui frappe ainsi sur deux timbres. Les chemins de fer de Belgique emploient avec avantage ces sonneries pour l'appel des postes télégraphiques et pour les signaux acoustiques annonçant le passage des convois. Elles sont construites par M. Lippens, de Bruxelles, avec armature aimantée, placée entre deux électro-aimants. Il nous a paru que les sonneries de M. Del Aqua sont établies d'après le même principe.

III.

BELGIQUE.

La construction des appareils télégraphiques ne s'est pas développée en Belgique au même degré que les autres industries. La télégraphie spéciale des chemins de fer offre seule un débouché de quelque importance. Nous avons développé déjà les motifs qui ont engagé l'administration des chemins de fer de l'État à adopter le système Lippens. Son exemple en cela est suivi par les compagnies concessionnaires qui se servent du télégraphe pour les besoins de leur exploitation. Dans la télégraphie privée et pour les relations internatio-

nales, le gouvernement n'emploie qu'un nombre très-limité d'appareils. Il les prend à l'étranger, aucun atelier ne pouvant être monté économiquement pour le marché belge seul, et ne pouvant entrer en concurrence sur les autres marchés en subissant les droits de douane.

On doit savoir gré à M. le professeur Gloesener de ne pas s'arrêter à ces considérations. Le télégraphe est, de sa part, l'objet d'une prédilection constante et désintéressée.

Dans le but de généraliser les améliorations que peut apporter le principe du *renversement des courants,* l'honorable et savant professeur a voulu présenter au public, une application de ce principe au système anglais, au système américain, aux appareils à lettres, aux sonneries et aux boussoles qui servent à indiquer le passage du courant, dans les bureaux qui établissent momentanément la communication directe entre leurs voisins de droite et de gauche. Tel est l'objet principal de son envoi à l'exposition de Paris. Les considérations qui précèdent sur la difficulté d'établir en Belgique un atelier complet pour la fabrication en grand des appareils télégraphiques, expliquent pourquoi les appareils exposés par M. Gloesener laissent à désirer sous le rapport de l'exécution. L'industrie mécanique n'est pas comme les arts, où la quantité nuit souvent à la qualité. En télégraphie, au contraire, il faudrait faire beaucoup pour faire aussi bien que les constructeurs de Paris, Berlin, la Suisse et l'Angleterre. Nous devons donc considérer surtout au point de vue de leur *disposition,* les appareils présentés par M. Gloesener; il est difficile de les juger d'après une simple inspection. Nous essayerons d'y suppléer par les renseignements qui nous ont été fournis sur les travaux de l'inventeur.

Dès 1848, M. Gloesener s'est proposé de remplacer *en partie* par des électro-aimants les multiplicateurs du système anglais. Les aiguilles des appareils anglais de construction ancienne, celles des boussoles ou galvanomètres, toutes les aiguilles enfin comprises dans des multiplicateurs commu-

niquant avec les lignes sont exposées, en temps d'orage à avoir leur aimantation détruite ou renversée. Il n'est pas rare qu'à l'extrémité d'une ligne où aucun symptôme orageux n'est sensible, le télégraphiste voie tout-à-coup les aiguilles immobiles, rebelles à l'impulsion qu'il veut leur donner, ou, chose plus étrange à ses yeux, indiquer des signaux contraires à ceux qu'il entend leur dicter. Aussi les appareils à double aiguille que l'on construit actuellement en Angleterre ont-ils supprimé complétement leurs multiplicateurs qui sont remplacés par des électro-aimants placés de chaque côté de l'aiguille. Celle-ci est attirée à droite ou à gauche d'après le sens du courant; les signaux ne laissent rien à désirer comme netteté et comme promptitude, et l'influence de l'électricité atmosphérique est considérablement diminuée.

M. Gloesener, dont nous croyons les travaux antérieurs à cette utile réforme, ne l'a pas poussée aussi loin d'abord. Il a conservé un multiplicateur comprenant un tiers du fil de chaque appareil, les deux autres tiers étant répartis sur les deux bobines de l'électro-aimant. D'après les développements fournis par le savant professeur, dans sa brochure publiée à Liége en 1853, il semble s'être préoccupé surtout de donner aux appareils à aiguille le *maximum* de sensibilité dont ils sont susceptibles. C'est dans le même but qu'il a placé trois aiguilles sur le même axe, et a obtenu ainsi une puissance motrice double de celle des anciens appareils. Nous contesterons, non le résultat, mais son utilité pratique. Des appareils aussi sensibles ne peuvent fonctionner régulièrement sur une ligne en l'air, qui comprend d'autres fils et d'autres appareils. Des courants dérivés dont l'action est insensible sur les appareils ordinaires suffisent pour troubler ceux-ci. L'administration belge a commandé à M. Gloesener deux appareils anglais à double aiguille disposés d'après son procédé. Ils ont été essayés entre Bruxelles et Ostende et ont fonctionné très-bien sur cette distance de 140 kilomètres, avec une pile de huit à dix éléments. Mais lorsque le temps

était humide, ils indiquaient tous les signaux échangés, par un fil voisin entre Bruxelles et Londres. Ces deux postes, travaillant d'un seul jet, avec l'appareil américain, à travers une ligne sous-marine, devaient employer une pile de 60 à 80 éléments.

Les dérivations du courant suffisaient pour rendre indistincts les signaux échangés par les appareils de M. Gloesener.

Cet excès de sensibilité et leur défaut de concordance avec les anciens appareils ont empêché de les maintenir en service. Nous ne parlons pas de l'exécution imparfaite, qui a nécessité de fréquentes réparations. Cette imperfection résulte surtout du petit nombre d'appareils construits d'après un modèle donné.

Les appareils à deux aiguilles exposés à Paris par M. Gloesener, offrent quelque progrès dans l'exécution. Chez l'un d'eux, le multiplicateur est tout à fait supprimé. Nous croyons que cela vaut mieux.

En l'absence d'essais pratiques et continus de la modification que M. Gloesener propose d'apporter au système *américain*, il nous est impossible d'apprécier les chances de succès qui l'attendent. Il est utile de faire ressortir à ce propos dans l'effet du ressort de rappel, ce qui distingue le système américain de tous les appareils dits *à cadran*. Chez ceux-ci, un échappement quelconque fait passer l'aiguille indicatrice d'une lettre à la suivante. Cet échappement est provoqué par l'envoi du courant. Dans les appareils français à signaux ou à lettres, un second échappement est provoqué par le rappel de l'armature au moyen du ressort, dès que le courant a cessé.

Dans les appareils de MM. Gloesener, Lippens, Pouget, etc., l'action du ressort est remplacée par un courant contraire. Mais dans un cas comme dans l'autre, s'il arrive que l'équilibre établi entre le courant et le ressort soit altéré un instant, la concordance des appareils est aussitôt détruite et il faut perdre du temps à les régler. Dans l'appareil améri-

cain, l'armature n'a pas d'effort à exercer. Il suffit qu'elle soit attirée quand le courant passe et qu'elle ne colle pas lorsque le courant cesse. Le plus simple contact met la pile locale en jeu. Le ressort peut donc être tendu ou détendu dans des limites assez larges sans que l'appareil cesse de fonctionner. Un instant d'irrégularité n'arrêterait pas le service de l'appareil. L'employé qui reçoit équilibrerait immédiatement le ressort, quitte à réclamer après la transmission terminée, la répétition du signal mal réussi.

Cette circonstance, que nous avons citée déjà en appréciant la *régularité* du système Morse, a pour conséquence que dans ce système, l'emploi du ressort de rappel offre *beaucoup moins d'inconvénients* que dans les appareils à cadran. Les difficultés qu'il amène dans la pratique sont si rares que pour les supprimer il faudrait ne trouver à sa place aucun désavantage, aucune complication.

M. Gloesener remplace le manipulateur ou clef de l'appareil américain par une manivelle analogue par ses effets à celle de l'appareil anglais. Dans sa position moyenne et normale, où elle est maintenue par un ressort, elle n'envoie aucun courant, mais elle permet de recevoir au relais le courant du correspondant. Poussée à gauche, elle envoie le courant dans un sens, au poste correspondant où elle attire en bas l'armature aimantée d'un relais à quatre bobines. Poussée à droite elle la ramène en haut par un courant en sens inverse. Si nous supposons que l'armature en bas fait fonctionner la pile locale du récepteur, tandis qu'en haut elle la coupe, un coup sec à gauche suivi immédiatement d'un coup à droite fait un point. Un coup sec à gauche suivi *après trois ou quatre temps seulement*, d'un coup à droite produit une barre. Un avantage de cette manipulation consiste à n'envoyer le courant que par alternatives instantanées, tandis que dans le système américain la pile fonctionne pour faire les barres pendant une partie notable du travail de transmission.

Cet avantage est compensé par un inconvénient. Le système de renversement de la pile ne permet pas de l'employer à desservir, en même temps, plusieurs appareils, tandis que dans un poste où le système américain est installé, une seule pile dessert plusieurs lignes, en s'usant plus vite, il est vrai, mais toujours en permettant de réaliser une économie notable, et une grande simplification dans l'entretien.

Il faut également admettre que l'armature aimantée, même après que le courant aura cessé, restera collée dans sa position antérieure. Cette exigence pourrait amener quelques irrégularités dans l'action de la pile locale alors surtout que des influences atmosphériques auraient aimanté le fer des électro-aimants, ou modifié l'aimantation de l'armature.

Enfin nous reprocherons à l'appareil de M. Gloesener la complication de son manipulateur, non parce qu'il a plus de pièces, mais parce qu'il a trois positions. Cette complication se retrouve au relais et au récepteur, surtout si l'on adopte les diverses combinaisons qui fourniraient un double effet, une double écriture, etc.

A plusieurs reprises, on a voulu abrévier ainsi l'alphabet Morse qui est sorti victorieux jusqu'à présent de ces essais de concurrence. Ce n'est pas seulement par des moyens mécaniques que l'on peut accroître la vitesse des appareils; il faut aider la pensée. Nous avons vu plus haut qu'on l'embarrasse au contraire en lui imposant des efforts complexes.

Les appareils à clavier et à lettres exposés par M. Gloesener, ressemblent à ceux du même auteur dont l'administration des télégraphes de Belgique a fait l'acquisition et qui ont été mis en essai entre Liége et Verviers. Ces appareils ont fonctionné régulièrement. Leur vitesse est peu inférieure à celle des appareils à lettres de M. Bréguet, les plus rapides dans ce genre. La force motrice qu'ils réclament est très-petite. Cinq ou six éléments suffisent pour une ligne de 25 kilomètres et probablement pour une distance plus longue.

Au récepteur, l'aiguille du cadran est dirigée par un mou-

vement d'horloge de même qu'aux appareils à lettres de M. Bréguet. La manipulation est faite par un autre mouvement d'horloge mis en mouvement par un poids.

Les appareils de l'exposition sont disposés de même, mais leur manipulateur est mu par un ressort, substitué au poids. Avec l'un ou l'autre moteur, le prix de l'appareil est élevé. Dans un service de chemin de fer, les frais d'entretien seraient sans doute considérables. Les appareils seraient incommodes à transporter et à installer. Ces inconvénients sont communs d'ailleurs à tous les appareils à clavier dans lesquels l'excessive facilité de manipulation ne peut être obtenue que par une certaine complication dans les organes.

Le petit appareil que M. Gloesener propose de substituer aux boussoles qui indiquent dans les bureaux intermédiaires que les bureaux voisins sont occupés à correspondre, se compose de deux aimants en croix comprenant, dans deux angles opposés, les pôles d'un électro-aimant dont les bobines sont verticales. Un pivot vertical soutient le milieu de la croix et lui permet d'osciller en suivant l'impulsion des courants contraires qui se succèdent sur la ligne. Cet appareil doit demander plus de fil et par conséquent produire plus de résistance que les boussoles ordinaires, enfermées dans un multiplicateur qui n'a qu'un ou deux mètres de fil. En revanche les aiguilles sont moins directement exposées à l'action de l'électricité atmosphérique. Cette disposition serait également plus convenable si l'on voulait établir un relais qui ferait partir une sonnerie par l'une des directions du courant, destinée spécialement à appeler la station intermédiaire, tandis que dans l'autre sens, le courant fonctionnerait pour le travail de la ligne et indiquerait, par de simples oscillations sans sonnerie, que les deux postes extrêmes sont occupés entre eux.

Nous aurions désiré nous occuper avec plus de détails des appareils de M. Gloesener, mais il faudrait pour cela les avoir vus fonctionner pendant quelque temps sur une ligne.

Déjà, l'intérêt qu'inspirent les recherches du savant professeur nous a fait sortir des limites de notre travail, consacré surtout aux appareils admis dans la pratique. C'est au nom de la pratique que nous avons élevé quelques objections contre les dispositions proposées.

Ces objections tomberaient sans doute si M. Gloesener. forcé de s'occuper de télégraphie au point de vue industriel ou administratif, trouvait par là l'occasion d'appliquer ses idées et de les corriger par une expérience de tous les jours. Dans la carrière scientifique, on est tenté plutôt de produire des idées nouvelles, dont une fécondité trop grande empêche la maturité. Les critiques que nous nous permettons sont le résultat inévitable de cette situation. Elles n'affaiblissent pas l'hommage que nous nous plaisons à rendre aux travaux remarquables de M. le professeur Gloesener.

Un second exposant a représenté la télégraphie belge à Paris. C'est M. Lippens que nous avons déjà cité. Ce constructeur a été mal inspiré en n'envoyant à l'exposition universelle que le spécimen de son invention la plus récente, invention qu'il n'a pas encore eu le temps de compléter; plus mal inspiré encore en ne s'occupant pas de ses appareils qui sont restés exposés, pendant toute la saison, avec les avaries qu'ils avaient souffertes pendant les premières semaines de l'exposition, période très-orageuse, comme on sait, pour les colis dénués de protecteurs.

M. Lippens aurait pu envoyer à Paris ceux de ses appareils à pile, qui lui sont demandés pour le service des chemins de fer du gouvernement et des Compagnies. Depuis que la description de ces appareils a été publiée (1852), ils ont reçu de nombreuses améliorations dans les détails d'exécution. La simplicité et le petit nombre de leurs organes mobiles, la facilité de les placer et de les transporter sont des avantages qui sautent aux yeux, et sont de nature à faire honneur au constructeur.

Dans le courant de l'année 1854, M. Lippens a cherché à

supprimer la pile, et à faire marcher ses appareils à lettres par l'action des aimants. La solution de ce problème est de la plus haute importance, surtout pour le service télégraphique des chemins de fer, où le mauvais entretien des piles est la cause principale de perturbation ; et leur bon entretien, une cause de dépense. L'emploi d'un moteur magnéto-électrique est presque une condition indispensable dans une organisation régulière des appareils portatifs à donner aux convois en marche. M. Lippens a réussi, en ce sens, qu'il a construit des appareils fonctionnant de la manière la plus régulière dans le cabinet, avec des résistances de 50 à 400 kilomètres. Ils ont également bien marché pour essai entre Ostende et Bruxelles (140 kilomètres). Enfin, ils ont été mis en service sur la ligne de Bruxelles à Namur. Au bout de quelques jours, des perturbations se sont produites, surtout lorsque des courants de pile passaient sur le fil voisin. Les appareils ont montré une sensibilité trop grande, et il a été prouvé une fois de plus que ce qui réussit dans le cabinet, après des épreuves concluantes en apparence, peut être imparfait dans un service de tous les jours.

M. Lippens n'a pas renoncé à perfectionner ce système, mais il a repris provisoirement ses appareils magnétiques. Il ne devait donc pas se faire représenter par eux exclusivement. Les ayant envoyés, il fallait les remettre en bon état, les relier par un fil conducteur, et admettre le public à les essayer. Tout amateur intelligent aurait pu, au bout de dix minutes, transmettre quelques mots à son voisin ; il y aurait eu, dans cette facilité et dans l'absence de tout moteur visible, de quoi intéresser le public. M. Lippens s'est abstenu de cet innocent charlatanisme. Nous ne ferons pas violence à sa modestie en décrivant longuement les appareils si mal exposés. Nous constaterons seulement que dans son manipulateur, les aimants sont immobiles ainsi que les bobines d'induction. Une armature fourchue, placée dans la bobine comme le fer doux d'un électro-aimant, reçoit d'une mani-

velle un mouvement de rotation. Ses extrémités s'aimantent alternativement en passant devant les pôles des aimants. Les pôles temporaires de l'armature se renversent et avec eux se renverse le sens du courant dans la bobine. Le fil de celle-ci fait partie de la ligne dans laquelle sont compris les deux récepteurs construits comme dans les appareils à lettres ordinaires du même constructeur. C'est donc la même manipulation et la même lecture simultanée sur les deux cadrans.

M. Lippens a également exposé des sonneries électriques à échappement, qui ne partent qu'après avoir reçu le courant un nombre de fois déterminé et dans deux sens différents. Il résulte de cette particularité que les courants qu'envoie parfois dans les fils télégraphiques, l'électricité de l'atmosphère, ne peuvent pas faire résonner ces sonneries comme celles que l'on emploie communément. Le procédé est ingénieux, mais l'application n'est pas d'une très-grande importance.

IV.

SUÈDE.

Deux appareils télégraphiques ont été envoyés par M. le professeur Edlund auquel on doit une des dispositions adoptées pour la transmission simultanée de deux dépêches par le même fil. Nous comptons revenir sur ce sujet.

V.

SUISSE.

120. Hipp, à Berne.— *Appareils américains ordinaires et portatifs.* — Rien de remarquable qu'une très-belle exécution. Le ressort est substitué au poids pour le mouvement du papier, modification indispensable pour rendre possibles les appareils portatifs. Ceux-ci sont complétement renfermés dans une boîte qui semble bien disposée. S'il s'agit d'obtenir des appareils portatifs susceptibles de fonctionner instantanément sur une grand'route ou sur un chemin de fer au mo-

ment où un accident vient d'arriver, nous croyons que la solution parfaitement pratique de la question est subordonnée à l'emploi régulier des courants produits par les aimants. La mise en œuvre de la pile nous semble un des plus grands obstacles. Mais la forme portative est toujours très-commode pour les appareils de réserve qu'il faut envoyer promptement à un bureau dont le service serait en souffrance, ou ne devrait durer que quelques jours.

121. Wartman, à Genève.— *Appareils américains.— Transmission simultanée.* — Le passage des courants n'étant point indiqué, nous ne savons pas si la disposition de M. Wartman pour la transmission simultanée se rattache à l'un ou l'autre des systèmes suivis en Allemagne. Les relais de ce constructeur, au lieu d'avoir l'action de l'électro-aimant contrebalancée par un seul ressort à boudin, en ont deux de chaque côté du levier. Ils sont établis dans une petite colonne en cuivre, isolée du reste. C'est l'excès de tension d'un des ressorts sur l'autre qui contrebalance l'aimantation que l'électro-aimant pourrait garder. Le but est d'obtenir une sensibilité plus grande.

VI.

ANGLETERRE

500. Dering, à Welwyn (Hertford). — *Appareils anglais à double aiguille.* — Nous avons déjà parlé de ces appareils dont l'administration belge possède deux spécimens. Ils sont d'une très-grande simplicité. Le manipulateur assure parfaitement tous les contacts. Chaque aiguille aimantée est extérieure, unique sur son axe et sert d'indicateur. Il n'y a pas de multiplicateur. Au lieu de donner à chaque aiguille un électro-aimant en fer à cheval, dont les deux extrémités devenant tour à tour pôle nord et sud, donneraient au pôle inférieur de l'aiguille l'impulsion à droite et à gauche, M. Dering emploie deux électro-aimants séparés, droits et

courts. Ces électro-aimants perdent plus vite leur aimantation que le fer à cheval qui, à cause de sa longueur, conserve une action sur l'aiguille après que la manivelle a cessé d'envoyer son courant, et produit des balancements qui fatiguent la vue. Les appareils de M. Dering produisent des signaux d'une netteté remarquable. Les aiguilles, munies d'un petit contrepoids, retombent dans la position verticale, sans osciller aussitôt que le courant cesse d'agir. Nous n'avons observé que très-rarement une action subite de l'électricité atmosphérique sur leur aimantation.

502. Electric télégraph company, à Londres. — *Appareils anglais*, à deux aiguilles. — Ces appareils, dans toutes leurs parties visibles, sont semblables à ceux que MM. Wheatstone et Cooke ont établi dans le principe, sans modification.

506. Henley, à Londres. — *Aimants.* — *Appareils magnétiques.* — Il y a plusieurs années que M. Henley a tenté de faire marcher les appareils de système anglais par les courants d'induction, résultant du mouvement d'une armature devant les pôles d'aimants d'acier en fer à cheval. Sa disposition n'est pas passée dans la pratique et on en comprendra aisément le motif. Chacune de ses deux aiguilles ne peut se mouvoir que dans un sens. Son alphabet, *avec deux fils*, est aussi compliqué que celui de l'appareil Wheatstone manœuvrant d'un fil seulement. Ce motif seul suffit pour en empêcher l'adoption.

Nous ne parlerons pas des câbles et fils télégraphiques isolés pour lignes sous-marines et souterraines, exposés par **MM. Kuper et Ce, à Londres, et Newall et Ce, à Gateshead (Durham)**. Ces produits ne diffèrent des câbles immergés et en service que par le nombre de fils et quelques détails peu importants. Nous renonçons également à décrire les appareils conducteurs, appareils à signaux et accessoires divers inventés par M. Walker, ingénieur du South Eastern railway sur lequel il a fait une application très-large et très-

ingénieuse des moyens télégraphiques. Ces moyens sont décrits dans une brochure qui a paru à Londres en 1850 et qui a été traduite en français (collection de manuels, *Encyclopédie Roret*). Ils n'ont pas varié depuis dans leurs dispositions les plus importantes et sont destinés d'ailleurs, à des usages spéciaux.

512. Varley, à Londres. — *Instruments pour la télégraphie électrique.* — Ce sont des appareils du système américain, avec un relais modifié par l'inventeur pour le service spécial des lignes sous-marines. Ces lignes doivent au phénomène communément appelé *courant de retour*, une résistance spéciale qui s'accroit avec la longueur de la ligne. On a constaté à La Haye, la presque impossibilité de correspondre au moyen de l'appareil Morse ordinaire, en doublant la longueur de la ligne sous-marine qui joint Scheveningue à la côte d'Angleterre. Deux des fils de cette ligne étaient joints à Londres. Les deux extrémités étaient attachées, à La Haye, à deux appareils qui ne pouvaient échanger que des signaux confus. M. Varley a évité cet effet par une combinaison dont la description complète demanderait des détails trop étendus pour être reproduits ici. Son relais sert à volonté à tracer les caractères gauffrés du système Morse ou des caractères décomposés d'après le système électro-chimique. La dissolution dont le papier est imprégné est analogue au second composé que propose M. Gintl, c'est-à-dire qu'elle contient du cyanure de potassium décomposant la pointe du style qui sert de conducteur. On a constaté, dans l'emploi de l'appareil de M. Varley, les inconvénients de cette décomposition qui émousse la pointe, et oblige à la nettoyer souvent.

VII.

PRUSSE.

La télégraphie prussienne est peu représentée à l'exposition de Paris. **MM. Gurlt et Cᵉ, à Berlin**, ont envoyé

des *appareils américains* conformes au modèle généralement suivi en Prusse.

MM. Felten et Guillaume, à Cologne, ont envoyé un specimen de leur fabrique de *câbles* renfermant des fils télégraphiques isolés pour le passage des fleuves et des bras de mer. Cette fabrication est nouvelle sur le Continent, et il n'est pas inutile d'en faire mention.

Nous ne terminerons pas cet article sans parler d'une modification apportée par **MM. Siemens et Halske**, à la disposition de leurs électro-aimants. Ils comprennent deux bobines, comme tous les autres. L'une d'elles contient une barre cylindrique en fer doux, terminée, à ses deux extrémités, par une partie plate. L'autre bobine exerce son action sur un cylindre semblable, mais mobile dans la bobine autour de son axe, de telle manière que ses deux extrémités peuvent se rapprocher ou s'éloigner dans des limites resserrées, des extrémités de l'autre aimant temporaire. Le courant passe aux deux bobines dans un sens différent, de manière que, tant qu'il passe, l'aimant mobile joue, en face de l'autre, le rôle d'une armature aimantée en sens contraire, objet d'une attraction beaucoup plus grande. Ces électro-aimants sont très-sensibles. Nous les avons vus dans des appareils envoyés à La Haye, et nous avons pensé que cette idée nouvelle mérite d'être citée, bien que nous n'en ayons pas trouvé d'application à l'exposition de Paris.

Nous avons cité dans cette revue tout ce qui a frappé notre attention au point de vue de l'étude qui nous était proposée. Il ne s'ensuit pas que nous ayons remarqué et exactement apprécié tout ce qui méritait de l'être. Dans un examen qui, sans essais, ne peut être que superficiel, les erreurs, comme les omissions, sont possibles, et les intéressés, s'ils viennent à s'en apercevoir, voudront bien nous les pardonner.

Bruxelles, 3 décembre 1855.

[illegible]

[illegible]

MM. [illegible], à Cologne, ont [illegible] de leur fabrique [illegible] les [illegible] pour la [illegible] de la mer. Cette fabrication est nouvelle sur le continent, et il n'est pas inutile d'en faire mention.

Nous ne terminerons pas cet article sans parler [illegible] appareil par MM. [illegible] de [illegible] de leurs [illegible], la compression des boîtes, [illegible] cylindrique [illegible] par une [illegible] deux boîtes dans [illegible] d'une [illegible]

MÉMOIRE

SUR

LES TERRAINS TERTIAIRES

DE LA BELGIQUE ET DE LA FLANDRE FRANÇAISE,

PAR SIR **CHARLES LYELL**,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES,

VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE LA MÊME VILLE (*a*);

TRADUIT PAR

MM. CH. LE HARDY DE BEAULIEU,

PROFESSEUR A L'ÉCOLE DES MINES DU HAINAUT,

ET

ALBERT TOILLIEZ,

INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES.

INTRODUCTION.

Les observations suivantes sont le résultat d'un voyage fait pendant l'été de l'année dernière (1851), dans une partie de la Flandre française et de la Belgique, et que j'avais entrepris dans le but de comparer les formations tertiaires de cette partie du Continent avec celles de l'Angleterre.

Je commencerai par la description des dépôts les plus modernes et j'examinerai successivement les autres en descendant jusqu'à ce que j'arrive aux couches qui ont suivi immédiatement la craie de Maestricht.

Pour la synonymie et pour l'explication de la nomenclature que j'ai adoptée, j'ai formé le tableau suivant qui résume tout mon travail.

(*a*) Le mémoire de sir Charles Lyell, publié en 1852, dans le t. VIII des *Transactions de la Société géologique de Londres*, nous ayant paru offrir un intérêt

baye et qui renferme, entre autres surfaces, le triangle compris entre Liége, Waremme et Tongres. Il présente généralement la même uniformité d'aspect et de composition et la même absence de stratification, qui le caractérisent sur les bords du Rhin entre Bâle et Cologne. En Belgique, cependant, les coquilles terrestres et d'eau douce sont beaucoup plus rares dans ce dépôt et le seul endroit où j'en ai rencontré quelques-unes est le village de Neerepen, entre Tongres et Hasselt, où elles avaient, du reste, déjà été remarquées par M. Bosquet. J'y ai trouvé abondamment la *Succinea oblonga*, si commune dans le *loess* du Rhin, et l'*Hélix hispida*. M. Bosquet y a aussi trouvé les défenses d'un éléphant fossile. Les seules coquilles que j'ai entendu mentionner comme ayant été découvertes ailleurs dans le *loess* de Belgique, consistent en espèces vivantes, appartenant toutes à des genres terrestres ou fluviatiles.

La puissance du limon hesbayen est variable et ordinairement comprise entre 3 et 9 mètres. Il couvre certaines collines et quelques-uns des plateaux les plus élevés des environs de Bruxelles; par exemple, celui qui domine les villages de Jette et de Dileghem, à l'ouest de Laeken, où il atteint l'altitude d'environ 100 mètres. A la base du limon ou entre celui-ci et les roches plus anciennes, on rencontre assez généralement une ou plusieurs couches de gravier. Dans certains cas que

qui nous ont paru devoir être apportés à l'ouvrage anglais. Ainsi, nous n'avons pas reproduit les petites cartes de la Belgique, d'une partie de la Hesbaye et d'une partie du Limbourg, que M. Lyell avait jointes à son travail, parce qu'elles n'offraient pas d'autres renseignements que l'indication des localités citées dans l'ouvrage et qu'on peut facilement les trouver sur les cartes ordinaires du pays; nous avons, au contraire, conservé celle des environs de Bruxelles, parce qu'elle donne la ligne suivant laquelle la coupe représentée fig. 9 a été dressée. De plus, pour mettre plus d'unité dans la description des terrains et des gîtes, nous avons rejeté à la fin du mémoire et sous forme d'appendices la description de certains fossiles, que l'auteur avait insérée dans l'ouvrage. Enfin, le tableau des fossiles éocènes des environs de Bruxelles ne renfermant aucune espèce provenant des couches à *Nummulites planulata*, il nous a semblé préférable de le placer avant la description de ces couches.

(*Les trad.*)

CHAPITRE PREMIER.

Loess ou Lehm. — *Limon de la Hesbaye*, DUMONT.

La moitié méridionale de la Belgique est presqu'entièrement couverte par un dépôt continu d'un limon argileux, ressemblant pour la couleur et la composition au *loess* du Rhin. Ce limon a été appelé *Hesbayen* par M. Dumont, parce qu'il abonde surtout dans la partie du pays qu'on nomme la Hes-

notre pays, et de la comparaison des restes organiques qui en proviennent avec ceux trouvés en Angleterre, nous avons cru qu'il serait utile d'en offrir une traduction au public. Nous devons déclarer, toutefois, que nous ne partageons pas entièrement les vues de l'auteur, surtout en ce qui concerne le passage graduel de la faune d'une formation à celle de la formation suivante; si cette opinion se trouvait confirmée par les faits, il faudrait renoncer à chercher dans la paléontologie des données sur l'âge relatif des terrains; nous ne comprenons vraiment pas qu'on puisse attacher de l'importance à ces rapports numériques dont les tableaux VI et IX nous offrent des exemples, et qui sont établis sur la comparaison des listes de fossiles trouvés dans des dépôts qu'on croit parallèles ou dans les subdivisions locales d'une même formation, car il est bien rare que de nouvelles découvertes ne forcent pas à apporter de notables changements dans les conséquences prématurées, tirées des nombres obtenus d'après les premières recherches. Les transitions remarquées par M. Lyell nous paraissent dues uniquement à ce qu'il a presque toujours pris comme termes de comparaison des séries de couches d'un âge peu différent et faisant partie d'une même époque géologique, c'est-à-dire déposées durant un laps de temps pendant lequel aucune perturbation violente du globe n'est venue anéantir les races des êtres organisés. Les différences spécifiques observées dans les fossiles de ces séries rapprochées, sont dues principalement, sinon entièrement, à des différences dans la profondeur des eaux où les couches se formaient, dans la force et la direction des courants, ou à d'autres causes purement locales qu'un examen attentif et prolongé de chaque gisement ferait peut-être découvrir.

Pour nous, adoptant les vues de M. Alcide d'Orbigny, nous ne trouvons dans les terrains tertiaires de la Belgique que quatre étages distincts, parallèles à ceux qu'il a tracés dans ces terrains en général: le premier ou l'inférieur renfermant les systèmes landenien et ypresien de M. Dumont, et se terminant avec les couches à *Nummulites planulata,* là où elles ne sont pas remaniées; le deuxième se composant de toutes les couches supérieures à celles-là jusqu'aux couches laekeniennes inclusivement; le troisième partant de ces dernières et s'élevant jusqu'au crag d'Anvers, et enfin le quatrième comprenant les sables non fossilifères de la Campine et le *loess* ou limon hesbayen. Ces divisions correspondent respectivement aux étages suessonnien, parisien, falunien et subapennin du savant paléontalogiste cité plus haut.

Nous devons, en terminant cette note, signaler quelques changements matériels

marquée qui a été tracée par MM. D'Omalius d'Halloy, Dumont et d'autres, et qui, dirigée de l'est à l'ouest presque suivant le 51° parallèle, passe près de Cologne, à Juliers, Louvain, Audenarde et Courtrai en Belgique, et se prolonge en France vers Cassel. Je ne puis décider si cette ligne indique l'extension originelle de la formation fluviatile ou si elle a été produite par l'érosion du dépôt qui se serait étendu plus au nord autrefois. Son absence au delà de la ligne mentionnée plus haut est d'une grande importance pour le géologue qui étudie les terrains tertiaires des contrées basses qui bordent la mer, car elle permet à ces terrains d'apparaître à la surface excepté dans les endroits où ils sont cachés par du sable fin, très-analogue à celui des dunes de la côte. Au sud du 51° de latitude, le limon gêne beaucoup l'observateur non-seulement par sa continuité et sa puissance, mais aussi en constituant un sol si favorable à l'agriculture que les carrières de sable, d'argile, de pierres à bâtir et à paver, de calcaire et d'autres matériaux, sont presque toujours immédiatement remplies après leur exploitation, afin qu'aucun espace ne soit perdu pour la culture. Le géologue est donc souvent réduit, dans une contrée où les coupes naturelles sont si rares, à n'avoir pour objet d'étude que celles qui résultent des travaux de chaque année.

La seule donnée positive que j'ai pu recueillir pendant mon voyage sur l'âge relatif du *loess* et des alluvions du nord avec leurs blocs erratiques, m'a été fournie par une coupe que j'ai observée en face de Maestricht sur la rive droite de la Meuse, au plateau de Rassburg près de Geulem, dont la hauteur est d'environ 90 mètres au-dessus du fleuve et d'environ 135 mètres au-dessus du niveau de la mer. Là, en traversant la Meuse avec M. Van Rymsdyck, j'ai reconnu que les sables du Limbourg sont recouverts d'une couche de gravier quartzeux contenant des blocs erratiques, qui est à son tour surmontée d'une épaisseur de 10 mètres de limon ou *loess*. Plusieurs de ces blocs erratiques sont très-anguleux

et ont plus de 60 centimètres de diamètre; ils consistent en schiste quartzeux, semblable à celui des Ardennes d'où l'on croit qu'ils ont été transportés.

Un tel exemple de la superposition du loess à une certaine classe de blocs erratiques ne doit pas justifier la conclusion que l'origine du loess serait généralement postérieure à l'alluvion du nord (*northern drift*). J'inférerais plutôt de ce fait que le transport de gros blocs par les glaces flottantes, s'effectuait encore quand une partie du *loess* belge était déjà déposée; en d'autres termes, l'époque glaciaire coïncidait au moins en partie avec l'époque de la formation du *loess*. Je suppose que le froid le plus intense était passé ou ne régnait plus que vers le nord avant que la masse principale du loess ne fût précipitée.

CHAPITRE II.

Crag d'Anvers, système Scaldisien, Dumont 1851. *Système Campinien*, Dumont 1839.

PREMIÈRE PARTIE.

L'ouvrage excellent et bien connu, publié en 1848 par M. Nyst, sur les coquilles et les polypiers fossiles des terrains tertiaires de la Belgique, a fait connaître à tous les géologues, ce fait qu'un très-grand nombre d'espèces de fossiles sont communes au *crag* de Suffolk et à des couches des environs d'Anvers. M. Nyst a saisi fréquemment l'occasion de reconnaître qu'une grande partie de ses fossiles d'Anvers lui avaient été communiqués par M. Norbert De Wael. J'ai été, de mon côté, assez heureux pour obtenir, pendant mon séjour dans cette ville, l'amicale coopération de cet excellent observateur et de cet infatigable collecteur. Il a mis à ma disposition, de la manière la plus libérale, pour en faire usage pendant que j'écrirais ce mémoire, non-seulement une partie de sa collection que M. Searles Wood a comparée avec les fossiles du *crag* anglais, mais aussi ses listes manuscrites de restes organiques

et ses notes géologiques sur les localités les plus abondantes en fossiles, dont nous avons visité quelques-unes ensemble.

On ne voit point de coupes naturelles dans la contrée unie qui forme les environs d'Anvers, mais des excavations d'une profondeur de quelques pieds, pratiquées tant dans la ville que dans les faubourgs, mettent chaque fois à découvert des couches de sable remplies de fossiles. A mon arrivée, on faisait une de ces fouilles au jardin zoologique, du côté oriental de la ville. On y creusait des fossés de 6 mètres de profondeur, d'où l'on avait extrait du sable jaune contenant des *Fusus contrarius*, des *Voluta lamberti*, des *Pecten maximus*, des *Pecten opercularis*, des *Ostrea edulis*, des *Cyprina tumida*, des *Astarte borealis* et beaucoup d'autres coquilles que je reconnus de suite comme étant des plus communes dans le *crag* de Suffolk. On y a aussi trouvé plusieurs grandes vertèbres de baleine, non roulées et dans un état parfait de conservation. J'ai obtenu un de ces ossements mesurant 165 millimètres en longueur et en diamètre, et que M. le professeur Owen a reconnu être une vertèbre lombaire d'un *Balænoptera*. Ces restes de cétacés qui sont très-communs à Anvers, sont accompagnés de grandes dents de requins du genre *Carcharodon*.

A Stuyvenberg qui est, comme son nom l'indique une colline de sable, située d'ailleurs à l'est des fortifications et au nord du jardin zoologique, j'ai trouvé des sablonnières dans lesquelles on voit beaucoup des mêmes fossiles avec d'autres dont je ferai mention plus loin.

Sur le glacis septentrional des fortifications, un sable très-différent avait été rejeté récemment d'une excavation de 6 mètres de profondeur; il consistait en une glauconite d'un vert foncé presque noir; c'est ce qu'on appelle le *crag noir* ou *crag glauconifère*. Il contient plusieurs des mêmes espèces de coquilles que j'avais trouvées dans le *crag jaune*, mais elles sont mélangées avec d'autres qui lui sont propres. La plus abondante de ces coquilles est sans contredit le *Pectunculus variabilis*. Sow.

Un sable grisâtre avec des grains verts se montre sur le glacis à un niveau plus élevé; M. De Wael l'appelle *crag gris* ou moyen et le considère comme d'un âge intermédiaire entre le *crag jaune* et le *crag noir* déjà cités.

Le hasard m'a conduit, à une lieue environ au sud d'Anvers, entre les villages de Berchem et Vieux-Dieu, vers une excavation récemment ouverte dans un jardin et où le crag présentait un aspect différent. On remarquait à la partie supérieure 4 mètres de sable bigarré de rouge et de blanchâtre, dont les couches les plus basses contenaient beaucoup de petits cailloux roulés de quartz; au-dessous se trouvait un sable argileux avec de nombreuses concrétions sphériques d'argile durcie renfermant des moules de grandes coquilles bivalves, principalement de *Pectunculus* (*P. variabilis?*) et d'autres qui paraissaient être des *Mactra* ou des *Venus*, chacun de ces moules ayant servi de centre à une concrétion. Les vertèbres de poissons et les dents de squales étaient nombreuses dans ce sable. Parmi les dernières, un grand spécimen appartient à l'*Oxyrhina trigonodon*, Agassiz, que j'ai également trouvé dans l'argile de Rupelmonde. Une seconde espèce, très-rapprochée du *Carcharodon Escheri*, Agassiz, et peut-être identique, quoique moins oblique que le spécimen représenté par M. Agassiz qui l'a trouvé dans la *molasse* de la Suisse. J'ai rencontré, mélangés avec ces fossiles, beaucoup d'ossements non roulés de baleines, d'une espèce différente de celle que j'avais vue dans le *crag jaune* à Anvers. M. le professeur Owen à qui j'ai communiqué les échantillons que j'ai recueillis, les rapporte à des vertèbres caudales et cervicales de quelque espèce du genre éteint *Ziphius*, de Cuvier; la vertèbre caudale a 88 millimètres dans son plus grand diamètre. On m'a cité beaucoup d'autres localités des environs d'Anvers, où l'on a trouvé des restes de cétacés, et M. Van Beneden, dans son mémoire sur ce sujet, dit qu'il est difficile de pénétrer de quelques pieds sous le sol dans les villages de Wommelghem et de Deurne sans rencontrer des ossements de ces animaux,

qui ont fait partie de squelettes entiers enterrés sur place. Quelques-uns de ces fossiles exhumés à Anvers dans l'intérieur de la ville, ont été figurés par Cuvier et attribués à son genre *Ziphius* (¹). A Niel près d'Anvers, M. Van Beneden a découvert un os de l'oreille qu'il rapporte au genre *Rorqual* ou *Balœnoptera* (²).

Nous pouvons donc regarder ces cétacés comme vraiment caractéristiques du *crag* d'Anvers ; leur existence vient confirmer d'une manière énergique l'opinion émise par M. Searles Wood et par M. Charlesworth et appuyée par moi-même en 1851 (³), que les restes de cétacés trouvés dans le *crag* de Suffolk, ne proviennent pas de l'argile de Londres comme on l'a prétendu, mais ont été bien plus probablement enlevés à des couches dénudées du *crag*, puisqu'il est évident que les couches formées en Belgique à la même époque que le *crag* de Suffolk se sont déposées dans une mer habitée par de nombreuses baleines de genres divers.

Le *crag* des environs d'Anvers, comme celui de Suffolk, est d'une composition très-variable et il est souvent entièrement dénué de fossiles. Dans quelques parties qui avoisinent la mer, il est caché sous une couche superficielle d'une argile dure et tenace d'origine fluviatile et qui est appelée *argile des polders* dans le pays ; elle est remplie de coquilles terrestres et fluviatiles d'espèces vivantes et elle ressemble à l'argile de couleur foncée que l'Escaut dépose dans ses inondations annuelles.

Le manque de coupes naturelles rend difficile l'appréciation exacte de la position relative des masses isolées de sable et d'argile qui apparaissent çà et là à la surface ; cependant MM. Nyst et De Wael ont cru trouver des preuves paléontologiques des différences d'âge qui existent dans ces masses.

(¹) Cuv. *Ossements fossiles*, pl. 27, figures 7 et 8.
(²) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 1846, vol. 13, première partie, p. 257.
(³) *Manuel de géologie*, 3ᵉ édition (anglaise), p. 166.

ces preuves ont été principalement déduites de l'analogie plus ou moins grande des fossiles avec les espèces vivantes et surtout avec celles qui existent aujourd'hui dans la mer voisine, sujet sur lequel j'aurai à revenir plus amplement dans la suite (*b*).

DEUXIÈME PARTIE.

CRAG JAUNE. CRAG SUPÉRIEUR D'ANVERS.

Le village de Calloo, situé à deux lieues au nord-ouest d'Anvers, sur la rive gauche de l'Escaut, est une des localités les plus riches en fossiles. M. De Wael y a observé la coupe suivante, dont les couches inférieures sont rapportées par lui au *crag jaune*.

1	Argile des polders.	0m,45
2	Glaise	1 ,07
3	Sable jaune.	0 ,30
4	Sable jaune coquillier	1 ,52
		3 ,34

La liste suivante est celle des fossiles de cette localité qui font partie de la collection de M. De Wael. Avec l'aide de MM. Searles Wood et Morris, j'y ai ajouté deux colonnes indiquant les espèces d'Anvers qui se retrouvent dans le crag rouge et le crag corallin de Suffolk, et une troisième colonne qui montre les espèces encore vivantes maintenant. Pour la comparaison des fossiles énumérés dans les listes manuscrites de M. De Wael et dont je n'ai point d'échantillon provenant de Calloo, nous nous sommes servis des figures et des descriptions de M. Nyst, en omettant toutes les espèces sur lesquelles il pouvait s'élever quelques doutes.

La colonne spécifiant la rareté ou l'abondance des coquilles est fournie par M. De Wael et peut servir à déterminer la profondeur de la mer dans laquelle les couches ont été formées. Quand cette colonne ne donne point d'indication, les espèces ne sont ni communes ni rares, quoique quelques-

(*b*) Voir à la fin du chapitre la note, où nous faisons connaître notre manière de voir sur ces subdivisions du *crag*. (*Les trad.*)

unes d'entre elles puissent être très-rares dans les collections à cause de leur fragilité.

Tableau II.

LISTE DES COQUILLES DU CRAG SUPÉRIEUR OU JAUNE,
RECUEILLIES PAR M. NORBERT DE WAEL, A CALLOO, PRÈS D'ANVERS.

		Crag corallin	Crag rouge.	Espèces vivantes.
1. Solen ensis, *Linn.* . . . . . *? Ensis complanatus*, Sow.	. . . .	•	•	•?
2. Solecurtus candidus?, *Ren.* .	très-rare.	•	. . .	•?
3. Glycimeris angusta, *Nyst* . .	rare.	•	•	
4. Mya arenaria, *Linn.*	très-rare.	. . .	•	•
5. Corbulomya complanata, *Sow.*	rare.	. . .	•	
6. Corbula gibba, *Oliv.* . . . . . *C. planulata*, Nyst.	commune.	•	•	•
7. Lutraria elliptica, *Lamk.* . .	très-rare.	•	•	•
8. Mactra solida, *Linn.*	rare.	. . .	•	•
9. —— arcuata, *Sow*	rare.	•	•	
10. —— inequilateralis, *Nyst.* .	très-commune	. . .	•	
11. Erycina depressa, *Nyst* . . .	. . . .	•	•	
12. Ligula alba, *W. Wood.*	. . . .	•	•	
13. Petricola laminosa, *Sow.* . .	. . . .	•	•	
14. Psammobia Dumontii, *Nyst.* *P. vespertina?*, Turton.	. . . .	•	. . .	
15. Tellina Benedenii, *Nyst.* . .	commune.	. . .	•	
16. —— obliqua, *Sow*	rare.	•	•	
17. —— crassa, *Pennant.* . . . . *T. obtusa*, Sow.	rare.	•	•	•
18. —— calcarea, *Gmel.* . . . . . *T. ovata*, Nyst.	commune.	. . .	•	•
19. Tellina lupinoides, *Nyst.* . . . *T. articulata*, Nyst. *Lucinopsis Lajonkairii*, Payr.	. . . .	•	•	•
20. Donax striatella, *Brocc* . . . *Tellina donacina*, Linn.	. . . .	•	•	•
21. Lucina astarte, *Nyst.*	. . . .	•	•	
22. —— radula, *Lamk* . . . . . *L. antiquata*, Sow.	rare.	•	•	•

Tableau II. (Suite.)

		Crag corallin.	Crag rouge.	Espèces vivantes.
23. —— digitaria, *Linn* . . .	. . . .	*	*	*
L. curviradiata, Nyst.				
24. Cyprina tumida, *Nyst*. . .	. . . .	*	*	
C. rustica, Sow.				
25. Astarte borealis, *Linn*. . . .	très-commune	. . .	. . .	*
A. plana, Sow.				
26. —— Basterotii. *Lajonk*. . .	très-rare.	*	*	
27. Venus striatella, *Nyst*. . . .	très-rare.			
28. Artemis exoleta, *Linn*. . . .	commune.	*	*	*
29. Cardium Parkinsoni, *Sow*. .	. . . .	. . .	*	
30. —— oblongum, *Nyst*. . . .	. . . .	*		
31. —— edule, *var. Linn*. . . .	commune.	*	*	*
C. edulinum, Sow.				
32. Cardita scalaris, *Sow*. . . .	rare.	*	*	
33. Nucula lævigata, *Sow*. . . .	commune.	*	*	
34. Pectunculus glycimeris, *Linn*.	. . . .	*	*	*
P. variabilis, Sow.				
35. Pecten maximus, *Linn* . . .	commune.	*	*	*
P. complanatus, Sow.				
36. —— opercularis, *Linn* . . .	très-commune	*	*	*
P. Sowerbyi, Nyst.				
37. —— dubius, *Brocchi*	. . . .	*	*	
P. radians, Nyst.				
38. —— Pusio, *Pennant*	rare.	*	*	*
P. striatus, Sow.				
39. Anomia ephippium, *Linn* . .	commune.	*	. . .	*
40. Ostrea edulis, *Linn*.	commune.	*	*	*
41. Emarginula fissura, *Linn* . .	très-rare.	*	*	*
42. —— crassa, *Sow*	très-rare.	*	*	*
43. Fissurella græca, *Lamk* . . .	très-rare.	*	*	*
44. Calyptræa sinensis, *Desh*. . .	rare.	*	*	*
C. recta, Sow.				
45. Trochus cinerarius, *Linn* . .	rare.	. . .	*	*
T. octosulcatus, Nyst.				
46. Littorina suboperta, *Sow*. . .	rare.	. . .	*	
47. Turritella incrassata, *Sow*. (vivant dans la Méditerranée).	très-rare.	*	*	*
T. triplicata, Brocc.				

Tableau II. (Suite.)

		Crag coralin	Crag rouge.	Espèces vivantes.
48. Melania terebellata, *Nyst*			*	
Paludestrina terebellata, S. Wood.				
49. Tornatella (Actæon) Noæ, *Nyst*	très-rare.		*	
50. Natica crassa, *Nyst*	commune.	*		
51. —— Sowerbyi, *Nyst*	rare.		*	
52. Bulla cylindracea, *Pennant* .	rare.	*	*	*
B. convoluta, Nyst.				
53. Fusus contrarius, *Gmel*			*	*
54. —— corneus, *Sow*		*	*	*
55. Pleurotoma turricula, *Brocc.*		*	*	
56. —— mitrula, *Sow.*		*	*	*?
57. Purpura tetragona, *Sow.* . .	très-rare.		*	
Murex alveolatus, Sow.				
58. Purpura lapillus, *Linn* . . .	rare.		*	*
Murex incrassatus, Nyst. .				
59. Rostellaria pes pelicani, *Linn.*	rare.	*	*	*
60. Buccinum (Nassa) reticosum, *Sow.*	commune.		*	
B. elongatum, Sow.				
B. rugosum, Sow.				
B. reticosum, Sow.				
61. —— labiosum, *Sow.*	rare.	*	*	
62. —— propinquum, *Sow.* . .	rare.		*	
63. —— undatum, *Linn.* . . .	rare.	*	*	*
B. tenerum, Sow.				
64. Terebra inversa, *Nyst.* . . .	rare.	*	*	
65. Voluta Lamberti, *Sow.* . . .	rare.	*	*	
66. Cypræa europæa, *Mont.* . . .	rare.	*	*	*
C. coccinelloides, Sow.				
C. coccinella, Nyst.				
		46	59	37

Parmi les fossiles de la liste précédente, il y en a trois, l'*Astarte Basterotii*, la *Turritella incrassata* et la *Purpura tetragona*, qui sont si rares à Calloo et les exemplaires qu'on en rencontre sont si usés que M. De Wael croit qu'ils ont été remaniés d'une couche plus ancienne du *crag* moyen ou gris. Il pense qne la même observation s'applique à une valve unique et roulée de l'*Astarte corbuloides*. Mais l'admission ou l'exclusion de ces fossiles ne peut changer en aucune manière les conclusions suivantes que l'on déduit de la liste entière :

1° Le résultat le plus remarquable, c'est que de 66 espèces, il n'y en a pas moins de 64 qu'on ne retrouve soit dans le *crag* rouge, soit dans le *crag* corallin du comté de Suffolk. Il ne peut donc y avoir aucun doute sur la contemporanéité du *crag* supérieur d'Anvers avec le *crag* anglais ou de Suffolk.

2° Sur 66 espèces, 59 sont communes au *crag* rouge et 45 au *crag* corallin, de sorte que celui d'Anvers a plus d'analogie avec le premier qu'avec le second.

3° Sur 66 espèces, 37 ou plus de la moitié (55 p. c.), ont été reconnus identiques avec des espèces vivantes et présenter beaucoup d'analogie avec la faune actuelle des mers du nord, comme on l'a déjà observé pour le *crag* de Suffolk.

Le sable supérieur ou jaune est ordinairement incohérent et la majeure partie est dénuée de fossiles ; il est souvent micacé et contient parfois un léger mélange de matières argileuses ou calcaires. Au Stuyvenberg, près d'Anvers, on a exploité autrefois quelques couches assez calcaires pour être employées à la construction des routes et même à la fabrication de la chaux. Le carbonate de chaux paraît provenir de la décomposition des coquilles. Les longues recherches faites par M. De Wael dans cette localité lui ont procuré les fossiles suivants qui, comme ceux de Calloo, ont été comparés avec les espèces du *crag* anglais par M. Wood.

Tableau III (¹).

COQUILLES FOSSILES DU CRAG SUPÉRIEUR OU JAUNE, RECUEILLIES PAR M. N. DE WAEL, A STUYVENBERG, PRÈS D'ANVERS.

		Crag corallin.	Crag rouge.	Espèces vivantes.
1. Solen ensis, *Linn.*	. . . .	•	•	•
2. Solecurtus candidus, *Ren.* .	très-rare.	•	. . .	•
3. Glycimeris angusta, *Nyst* . .	rare.	•	•	
4. Corbula gibba, *Oliv.*	. . . .	•	•	•
5. Corbulomya complanata, *Sow.*	très-commune	. . .	•	
6. Mactra arcuata, *Sow.*	très-rare.	•	•	
7. —— striata, *Nyst.* . . . . . *M. dubia*, Sow.	. . . .	•?	•?	•
8. Erycina ambigua, *Nyst* . . . *Kellia ambigua*, S. Wood.	rare.	•	•	
9. Erycina faba, *Nyst* . . . . . *Montacuta bidentata*, Montag.	. . . .	•	•	•
10. Petricola laminosa, *Sow.* . .	rare.	•	•	•
11. Psammobia Dumontii, *Nyst.* *P. Feroensis*, Lamk.	rare.	•	. . .	•
12. Tellina Benedenii, *Nyst* . . .	commune.	. . .	•	
13. —— calcarea, *Gmel.*	rare.	. . .	•	•
14. —— solidula?, *Pennant* . .	rare.	. . .	. . .	•?
15. Donax striatella, *Brocc.* . . .	. . . .	•	. . .	•
16. Lucina astartea, *Nyst*	. . . .	•	•	
17. —— radula, *Lamk*	rare.	•	•	•
18. Diplodonta dilatata, *Phil* . .	rare.	•	•	•
19. Astarte borealis, *Linn.* . . .	. . . .	. . .	. . .	•
20. —— Basterotii, *Lajonk.* . .	rare.	•	•	
21. Venus striatella, *Nyst.* . . .				
22. Artemis exoleta, *Linn.* . . .	. . . .	•	•	•
23. Cardium edule var., *Sow* . .	commune.	•	•	•
24. Cardita scalaris, *Sow*	rare.	•		
25. Nucula depressa, *Nyst.* . . .	rare.	•		
26. —— lævigata, *Sow*	. . . .	•	•	
27. Pectunculus glycimeris, *Linn.* *P. variabilis*, Sow.	rare.	•	•	•

(¹) Les synonymes indiqués dans le tableau II, ne sont plus répétés dans celui-ci.

Tableau III. (Suite.)

		Crag corallin.	Crag rouge.	Espèces vivantes.
28. Mytilus antiquorum, *Sow.* .	rare.	...	*	*
29. Pecten opercularis, *Linn.* . .	rare.	*	*	*
30. Anomia ephippium, *Linn* . .	. . . .	*	...	*
31. Ostrea edulis, *Linn*	rare.	*	*	*
32. Lingula Dumortieri, *Nyst* . .	commune.	*		
33. Emarginula crassa, *Sow.* . .	très-rare.	*	*	*
34. Calyptræa sinensis, *Linn.* . .	rare.	*	*	*
35. Trochus papillosus, *Da Costa.* *T. similis*, Sow.	rare.	...	*	*
36. ——trigonostomus, *Basterot.* *Adeorbis subcarinatus*, Wood.	. . . .	*	*	*
37. Natica crassa, *Nyst*	. . . .	*		
38. Scalaria frondicula, *Wood.* .	rare.	*	*	
39. —— subulata, *Sow.*	rare.	*		
40. Turritella incrassata, *Sow.* .	rare.	*	*	*
41. Eulima subulata, *Risso* . . .	. . . .	*	...	*
42. Tornatella conoidea, *Nyst.* .	commune.	*	...	*
43. Bulla cylindracea, *Pennant* .	commune.	*	*	*
44. Auricula pyramidalis, *Sow.* . *Conovulus*, Wood.	rare.	...	*	
45. Rostellaria pes pelicani, *Linn.*	rare.	*	*	*
46. Fusus contrarius, *Sow.* . . .	. . . .	...	*	*
47. Buccinum reticosum, *Sow.* .	rare.	...	*	
48. —— labiosum, *Sow.*	. . . .	*	*	
49. —— propinquum, *Sow.* . .	. . . .	...	*	
50. Terebra inversa, *Nyst.* . . .	rare.	*	*	
51. Voluta Lamberti, *Sow.* . . .	rare.	*	*	
52. Cypræa Europæa, *Gmel.* . .	très-rare.	*	*	*
		39	37	31

On voit que sur les 52 espèces que comprend cette liste, 49, ou la totalité moins 3, se rencontrent à Suffolk, 37 dans le *crag* rouge et 39 dans le *crag* corallin, et que 31 espèces (60 p. c., ce qui est plus qu'à Calloo) se trouvent encore à l'état vivant.

TROISIÈME PARTIE.

CRAG MOYEN OU GRIS.

La seconde division que M. De Wael appelle *crag gris* ou *crag moyen* est celle qui offre le plus grand nombre de fossiles, comme on le verra par la liste suivante :

Tableau IV.

COQUILLES FOSSILES DU CRAG MOYEN OU GRIS, RECUEILLIES PAR M. N. DE WAEL.

	Crag corallin.	Crag rouge.	Espèces vivantes.
1. Corbula gibba, *Oliv.*	*	*	*
2. —— (Poromya) granulata, *Nyst.*	*		*
3. Mactra striata, *Nyst.*	*	*	
4. Syndosmya prismatica, *W. Wood*	*		*
Amphidesma prismaticum, Montag.			
Ligula donaciformis, Nyst.			
5. Tellina obliqua, *Sow*	*	*	
6. —— lupinoides, *Nyst.*	*	*	*
7. —— Benedenii, *Nyst.*		*	
8. Lucina radula, *Montag.*	*	*	*
9. —— digitaria, *Linn*	*	*	*
10. —— astartea, *Nyst.*	*	*	
11. Aximus (Cryptodon) sinuosus, *Donov.*	*		*
12. Diplodonta dilatata, *Phil*	*	*	
13. Cyprina rustica, *Sow*	*	*	
14. —— islandica, *Linn*	*	*	*
15. Astarte mutabilis, *Wood.*	*	*	
A. planata, Nyst (non Sow.).			
16. —— borealis, *Linn.*			*
A. plana, Sow.			
17. —— Basterotii, *Lajonk.*	*	*	
18. —— Omalii, *Lajonk*	*	*	
19. —— Burtini, *Lajonk.*	*	*	
20. —— obliquata, *Sow*		*	
21. —— gracilis, *Goldf.*	*	*	
22. —— corbuloides, *Nyst.*			
23. —— sulcata, *Mont*		*	*
24. Venus spadicea, *Ren*	*	*	*
V. ovata, Mont.			

Tableau IV. (Suite.)

	Crag corallin.	Crag rouge.	Espèces vivantes.
25. —— rudis, *Poli*	*	*	*
26. —— imbricata, *Sow*	*	*	
Astarte imbricata, Sow.			
27. —— minima, *Mont.*	*	*	*
28. —— chione, var., *Linn.*	*	...	*
V. chionoides, Nyst.			
29. —— turgida, *Sow*	*	*	*?
V. multilamellata, Nyst.			
V. casina, Linn.			
30. Artemis exoleta, *Linn.*	*	*	*
31. Cardium echinatum, var.?, *Linn*	...	*	*
32. edule, var., *Linn*	*	*	*
33. Isocardia cor, *Linn*	*	*	*
34. Cardita chamæformis, *Sow*	*	*	
35. —— orbicularis, *Sow.*	*	*	
36. —— scalaris, *Sow.*	*	*	
37. —— squamulosa, *Nyst*	*	*	
38. Nucula depressa, *Nyst.*	*		
Leda semistriata, S. Wood.			
39. Limopsis aurita, *Brocchi.*	*		
Trigonocœlia sublævigata, Nyst.			
40. Pectunculus glycimeris, *Linn*	*	*	*
41. Lima subauriculata, *Montag.*	*	...	*
42. Pecten maximus, *Linn*	*	*	*
P. grandis, Sow.			
43. —— Westendorpianus, *Nyst*			
44. —— opercularis, *Linn*	*	*	*
45. —— dubius, *Brocc.*	*	*	
P. radians, Nyst.			
46. —— pusio, *Pennant*	*	*	*
47. —— Gerardii, *Nyst.*	*		
48. —— tigerinus, *Müll.*	*	*	*
49. Anomia ephippium, *Linn*	*	...	*
50 Ostrea princeps, *S. Wood.*	*	*	
51. —— edulis, *Linn.*	*	*	*
52. Terebratula grandis, *Blum*	*	*	
T. gigantea, Schloth.			
T. variabilis, Sow.			

Tableau IV. (Suite.)

	Crag corallin.	Crag rouge.	Espèces
53. Lingula Dumortieri, *Nyst*	•		
54. Dentalium entale, *Linn.*	•	•	•
D. semiclausum, Nyst.			
D. costatum?, Sow.			
55. Emarginula fissura, *Linn*	•	•	•
56. —— crassa, *Sow*	•	•	•
57. Fissurella græca, *Linn.*	•	•	•
58. Calyptræa sinensis, *Linn*	•	•	•
59. Pileopsis ungarica, *Linn.*	•	•	•
60. Trochus papillosus, *Da Costa*		•	•
T. granosus, Nyst.			
T. similis, Sow.			
61. —— zizyphinus, *Linn*	•	•	•
T. lævigatus, Sow.			
T. sedgwickii, Sow.			
62. —— Kickxii, *Nyst*	•	•	
63. —— cinerarius, *Linn.*		•	•
64. Solarium turbinoides, *Nyst*	•		
Margarita maculata, S. Wood.			
65. Littorina suboperta, *Sow*		•	
66. Scalaria frondicula, *S. Wood*	•	•	
67. Turritella incrassata, *Sow*	•	•	
68. Natica cirriformis, *Sow*	•		
69. —— crassa, *Nyst.*	•		
70. —— hemiclausa, *Nyst*		•	
71. —— clausa, *Brod. et Sow.*		•	•
72. —— Sowerbyi, *Nyst.*		•	
73. Bulla lignaria, *Linn.*	•	•	•
74. —— cylindracea, *Penn.*	•	•	•
75. Cancellaria umbilicaris, *Brocc.*			
76. —— coronata, *Scacchi*	•	•	
C. varicosa, Phil.			
77. Fusus alveolatus. *Sow.*	•	•	
78. —— contrarius, *Gmel*		•	•
79. —— clathratus?, *Lamk*			
80. —— corneus, *Sow*	•	•	•
81. —— echinatus, *Sow*		•	•
Murex muricatus, Mont.			

Tableau IV. (*Suite.*)

	Crag corallin.	Crag rouge	Espèces vivantes.
82. Pleurotoma intorta, *Brocc*		*	
83. —— turricula, *Brocc*		*	
84. Rostellaria pes pelicani, *Linn*	*	*	*
85. Buccinum Dalei, *Sow*	*	*	*
B. crassum, Nyst.			
86. —— flexuosum?, *Brocc*		*	
87. —— elegans, *Sow*		*	
88. —— reticosum, *Sow*		*	
89. —— undatum, *Linn*	*	*	*
B. tenerum, Sow.			
90. —— propinquum, *Sow*		*	
91. —— labiosum, *Sow*	*	*	
92. Cassidaria bicatenata, *Sow*	*	*	
93. Ringicula buccinea, *Brocc.*	*	*	
94. Cypræa europæa, *Gmel.*	*	*	*
	71	76	46

On peut remarquer que sur les 94 espèces citées dans ce tableau, toutes, sauf 4, sont communes à cette couche et à celles de Suffolk et que 76 se rencontrent dans le *crag* rouge et 71 dans le *crag* corallin ou le plus ancien. Les espèces vivantes indiquées dans la troisième colonne, au nombre de 46 ou de près de moitié, sont en plus petite proportion que dans le *crag* (voir les tableaux II et III.)

QUATRIÈME PARTIE.

CRAG NOIR OU GLAUCONIFÈRE, CRAG INFÉRIEUR D'ANVERS.

L'opinion des géologues belges a été jusqu'ici que le sable vert foncé et coquillier d'Anvers était de formation beaucoup plus ancienne que les deux groupes précédents, sa faune différant beaucoup de celles des mers actuelles et contenant un

plus grand nombre de fossiles communs aux formations tertiaires inférieures.

M. Searles Wood, à qui j'ai soumis une petite collection des fossiles les plus abondants et par conséquent les plus caractéristiques, extraits par moi-même de cette couche, a été d'un avis différent, ce qui m'a déterminé à examiner plus attentivement les faits cités en preuve par M. De Wael. J'ai inscrit dans le tableau suivant, parmi les espèces nommées dans les listes manuscrites de M. De Wael, toutes celles qui ont pu être déterminées positivement, soit à l'aide des échantillons de ma collection que je dois principalement à cet amateur, soit au moyen des figures de l'ouvrage de M. Nyst; j'ai omis d'y mentionner un petit nombre d'espèces seulement sur lesquelles M. De Wael lui-même a exprimé des doutes.

Tableau V.

COQUILLES DU CRAG INFÉRIEUR OU GLAUCONIFÈRE,

RECUEILLIES PAR M. N. DE WAEL.

		Crag corallin.	Crag rouge.	Espèces vivantes.
1. Corbula gibba, *Oliv.*	commune.	*	*	*
2. —— (Poromya) granulata, *Nyst*	très-rare.	*	. . .	*
3. —— Waelii, *Nyst* . . . . . *Neæra costellata?*, Forbes et Hanley.	rare.	. . .	. . .	*?
4. Mactra striata, *Nyst*. . . . . *M. elliptica*, Brown.	commune.	*	*	*
5. Erycina ambigua, *Nyst* . . .	rare.	*	*	
6. Syndosmya prismatica, *W. Wood*.	commune.	*	. . .	*
7. Saxicava arctica, *Linn.* . .	commune.	*	*	*
8. Donax fragilis, *Nyst*.	très-rare.			
9. Lucina radula, *Montag.* . .	commune.	*	*	*
10. Diplodonta dilatata, *Phil.* .	commune.	*	*	*
11. Astarte radiata, *Nyst*. . . . *A. gracilis?*, Münst.	commune.	*		

Tableau V. (Suite.)

		Crag coralin.	Crag rouge.	Espèces vivantes.
12. —— **minuta**, ***Nyst***	rare.			
13. —— Omalii, *Lajonk*	très-rare.	*	*	
14. Venus multilamellata, *Sow* . V. *turgida*, Sow	commune.	*	*	*?
15. —— incrassata *Sow.* . . .	rare.			
16. **Cardium turgidum**, ***Brander***.	rare.			
17. **Isocardia lunulata**, ***Nyst***. . .	rare.	*	*	*?
18. Cardita squamulosa, *Nyst*. .	rare.	*	*	
19. —— corbis, *Phil.*	très-rare.	*	*	*
20. —— orbicularis, *Sow.* . . .	rare.	*	*	
21. Nucula depressa, *Nyst*. . . .	. . . .	*		
22. —— Philippiana, *Nyst* . . . *N. tenuis*, Phil. *N. pygmæa*, Goldf.	commune.	*	. . .	*
23. —— Westendorpii, *Nyst*. .	rare.			
24. —— Hasendonckii, *Nyst*.	rare.			
25. Limopsis aurita, *Brocc* . . . *L. sublævigata*, Nyst.	. . . .	*		
26. —— decussata, *Nyst*. . . . *Trigonocœlia*, Phil.	très-rare.	*		
27. Pectunculus glycimeris, *Lamk*	très-commune	*	*	*
28. Arca diluvii, *Lamk*.	très-rare.	. . .	. . .	*
29. —— pusilla, *Nyst*.	très-rare.	*	. . .	*
30. Mytilus sericeus, *Goldf*. . .	très-rare.	*		
31. Pecten Lamalii, *Nyst*. . . . *P. Bruei*, Payr.	commune.	*	. . .	*
2. —— maximus, *Linn*. . . . *P. jacobæus*, Lamk.	très-rare.	*	*	*
3. Ostrea cochlear? *Poli* . . .	très-rare.	. . .	. . .	*?
4. Dentalium costatum, *Sow* . .	rare.	*	*	*
5. —— entale *Linn*	rare.	. . .	. . .	*
6. Patella virginea?, jeune, *Müll*. *Ancylus compressus*, Nyst.	rare.	. . .	*?	*?
. Calyptræa sinensis, *Linn*. . .	rare.	*	*	*
. Trochus papillosus, *Da Costa*.	. . . .	. . .	*	*
Solarium turbinoides, *Nyst* .	rare.	*		
Scalaria lamellosa, *Brocc*. . . *S. fimbriosa*, Wood.	. . . .	*		

Tableau V. (Suite.)

		Crag corallin.	Crag rouge.	Espèces vivantes.
41. Turritella incrassata, *Sow* . .	. . . .	•	•	
42. Eulima subulata, *Montag* . .	rare.	•	. . .	•
43. Tornatella elongata, *Sow* . .	très-rare.	•		
44. —— striata, *Sow*	. . . .	•	•	•
45. Pyramidella læviuscula, *S. Wood*	rare.	•		
P. terebellata, Nyst.				
46. Natica Sowerbyi, *Nyst* . . .	commune.	•	•?	
47. —— crassa, *Nyst*.	rare.	•		
48. Bulla cylindracea, *Penn*. . .	commune.	•	•	•
49. —— constricta, *Sow*	commune.			
50. —— utricula, *Brocchi* . . .	rare.	. . .	. . .	•
51. —— acuminata, *Brug* . . .	rare.	•	. . .	•
52. Cancellaria varicosa, *Brocc*.	très-rare.	•	•	
53. —— minuta, *Nyst* (? jeune âge de la *C. planispira*) .	rare.			
54. —— Michelinii, *Bellardi*. .	très-rare. un individu.			
55. —— evulsa, *Brander*. . . .	très-rare. un individu.			
56. Pleurotoma turricula, *Brocc*.	. . . .	. . .	•	
57. —— dubia, *Crist*.	très-rare.			
58. —— ceilotoma?, *Bast* . . .	très-rare.			
59. —— crenulata, *Bast*	rare.			
P. Stoffelsii, Nyst.				
60. —— intorta, *Brocchi*. . . .	très-rare.	. . .	•	
61. Typhiscuniculosus, *Duchastel*.	rare.			
62. Cassidaria bicatenata, *Sow*. .	très-rare.	•	•	
63. Buccinum prismaticum, *Brocc*.	rare.	•	. . .	•
64. Ringicula buccinea, *Brocc*. .	commune.	•	•	
65. Cypræa europæa, *Gmel*. . .	très-rare.	•	•	•
		42	28	30

La collection de M. De Wael renferme aussi plusieurs espèces de Foraminifères (*Nodosaria, etc.*) et quelques Bryozoaires qu'il a trouvés dans ce dépôt.

Sur les 65 espèces énumérées plus haut, il y en a 16 qui ne se trouvent pas dans le *crag* de Suffolk, nombre plus grand que celui des listes précédentes. La plupart de ces fossiles sont indiqués par M. De Wael comme étant très-rares, et plusieurs sont des espèces de l'argile de Rupelmonde qui ont pu être remaniées de cette formation plus ancienne, telles que la *Cancellaria evulsa*, le *Typhis cuniculosus* et la *Venus incrassata*. Quant au *Cardium turgidum* qui est une coquille de l'argile de Barton, il ne m'a pas été possible de la comparer avec des échantillons d'Angleterre.

Parmi les 65 espèces, 42 appartiennent au *crag* corallin, tandis qu'il n'y en a que 28 de communes au *crag* rouge. Cette prépondérance des espèces du premier est en faveur de l'opinion qui donne un peu plus d'ancienneté au *crag noir*. La proportion des espèces vivantes, 30 sur 65 ou environ 46 p. c., est aussi moindre que celle observée dans les couches supérieures et moyennes du *crag* d'Anvers. Ceci semblerait indiquer une période plus éloignée de notre époque, si nous pouvions être certains que plusieurs des espèces éteintes qui sont d'une si extrême rareté, n'ont pas été remaniées des dépôts plus anciens.

En comparant les tableaux III et IV, on remarquera que 30 espèces se trouvent à la fois dans le *crag gris* et dans le *crag noir*, ce qui indique des époques de formation très-rapprochées pour ces couches si l'on considère que le nombre total des espèces connues ne représente qu'une partie de leurs faunes respectives (*c*).

(*c*) Nous croyons qu'on ne peut admettre les trois divisions établies par MM. Nyst et De Wael dans le crag d'Anvers et elles ne nous paraissent que trois manières d'être d'une même formation. Les variations qu'éprouvent les couches du crag dans leur épaisseur, le manque total de l'une ou de l'autre en certains points, la difficulté d'en observer la superposition, les anomalies que celle-ci présente en quelques endroits, enfin le grand nombre d'espèces de

Tableau VI

INDIQUANT LE NOMBRE D'ESPÈCES FOSSILES DE MOLLUSQUES TROUVÉES DANS LES TROIS DIVISIONS DU CRAG D'ANVERS, ET CELUI DES ESPÈCES OBSERVÉES EN MÊME TEMPS DANS LE CRAG DE SUFFOLK OU ENCORE A L'ÉTAT VIVANT.

	ANVERS.	SUFFOLK.		A L'ÉTAT vivant.
		Crag corallin.	Crag rouge.	
Crag supérieur ou jaune, de Calloo .	66	46	59	37
— — de Stuyvenberg .	59	32	37	31
— de Calloo et de Stuyvenberg .	81	56	68	46
— moyen	94	71	76	46
— inférieur.	65	42	28	30

mollusques communes à toutes ces couches, tout nous conduit à penser qu'elles sont contemporaines ou au moins qu'elles se sont formées d'une manière continue et sans être séparées par des arrêts dans leur dépôt; les différences que l'on observe tant dans le volume des matériaux, que dans leur composition et dans les fossiles qu'ils renferment, nous semblent suffisamment justifiées par l'existence de courants en sens divers, charriant aussi des matières de provenances diverses, et créant, soit par leur intensité, soit par la température de leurs eaux, des conditions variées d'existence pour les animaux marins. Ceci nous paraît surtout établi pour le *crag noir,* qui, d'après la description qu'en a donnée M. De Wael dans ses *Observations sur les formations tertiaires des environs d'Anvers.* insérées depuis l'apparition du mémoire de M. Lyell, dans le t. XX des *Bulletins de l'Academie royale de Belgique*, est plutôt disposé par zones de largeur et d'épaisseur variables que par couches régulières.

Nous ne pouvons avoir, non plus, une confiance bien grande dans les rapports numériques sur lesquels s'appuient MM. De Wael et Lyell, comme moyens de constater l'âge relatif de ces couches, car, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer dans la note *a,* ces chiffres sont susceptibles d'éprouver d'importantes modifications par suite de découvertes nouvelles, personne ne pouvant affirmer que l'on connaît aujourd'hui toutes les espèces soit vivantes, des mers lointaines, soit fossiles, de formations voisines du crag; un paléontologiste éminent et dont l'immense savoir fait autorité, M. Alcide d'Orbigny, est même d'avis qu'aucune des espèces fossiles du crag n'habite plus les mers actuelles.

L'observation qui précède s'applique à toutes les supputations du même genre que l'on trouvera dans cet ouvrage : nous ne saurions les admettre comme prouvant l'identité de deux formations que quand les fossiles sont de

CHAPITRE III.

Sables et grès ferrugineux de Diest. Système diestien, DUMONT.

Le système dont j'ai maintenant à parler tire le nom que M. Dumont lui a imposé, de la ville de Diest, où les couches qui le composent ont une puissance considérable, mais n'ont pas cependant, offert jusqu'ici de fossiles. Il est formé en majeure partie de sables et de grès ferrugineux et quelquefois de sables quartzeux glauconifères d'un vert plus ou moins foncé. Par son aspect et l'ensemble de ses caractères minéralogiques, il m'a rappelé la partie ferrugineuse du green-sand inférieur du sud-est de l'Angleterre. Quelques galets de silex s'y trouvent mélangés et on y aperçoit parfois quelques concrétions de fer hydraté. Dans plusieurs localités, de minces couches d'argile séparent celles de sable. J'ai observé à l'est de Louvain de fausses stratifications sur une grande étendue.

J'ai trouvé la limonite en extrême abondance, à 3 kilomètres environ de Louvain, sur la route conduisant à Bruxelles, dans la colline appelée *Montagne de fer*, endroit où des grains d'un vert pâle sont mêlés au sable quartzeux.

Le seul endroit où l'on ait jusqu'ici rencontré des restes organiques est situé à une lieue à l'ouest de Louvain, près de Kesseloo; j'ai visité cette localité avec M. Nyst et nous y avons recueilli des moules d'une espèce de *Turbinolia* assez abon-

même espèce des deux côtés, sans que le nombre plus ou moins grand de ces fossiles communs soit pour nous un indice d'époques plus ou moins voisines de sédimentation, et sans que l'absence d'espèces identiques soit une preuve absolue du non parallélisme des formations, quand les circonstances du dépôt n'ont pas été les mêmes.

Cette divergence d'opinion ne nous empêche, d'ailleurs, nullement d'apprécier à toute leur valeur, les utiles travaux de M. De Wael sur la faune fossile du crag d'Anvers, ni de rendre justice aux louables efforts de M. Lyell pour coordonner les renseignements locaux qu'il a pu recueillir à diverses sources et pour en déduire la connaissance plus complète des membres, si nombreux, du bassin tertiaire anglo-parisien, et des relations de ces membres entre eux.

(*Les trad.*)

dante. On a aussi découvert dans la même localité des moules de la *Terebratula grandis* de Blumenbach (*T. variabilis*, Sow). De la présence de cette coquille qui est une espèce très-caractéristique du crag de l'Angleterre, ainsi que de celle de quelques autres espèces aussi à l'état de moules, M. Nyst avait conclu depuis plusieurs années que les sables de Diest appartenaient au crag. J'ai montré ces moules dont M. Nyst m'avait fait présent, à M. Davidson dont les études approfondies sur les brachiopodes sont bien connues, et il ne doute aucunement que cette grande térébratule n'ait été exactement déterminée, tant à cause de la forme de la coquille qu'à cause des impressions profondes que ses apophyses proéminentes ont produites dans le moule. La *Terebratula grandis* se rencontre dans les *crag* rouge et corallin de Suffolk et je l'ai vue extraordinairement abondante dans celui de St.-Georges de Bohon, près de Carentan en Normandie.

Dans le rapport de M. Dumont sur les travaux de la carte géologique, pour 1839, les sables de Diest sont rangés immédiatement au-dessous de ceux de la Campine et du *crag* d'Anvers, et il cite des moules de coquilles de cette dernière formation, *Pectunculus variabilis*, Sow. (*Pect. pilosus* ou *P. glycimeris*, Linn.) et un fragment supposé appartenir au *Solen ensis*, comme ayant été trouvés par M. Van Beneden. Tout indice de relation d'âge, tiré de la position, semble manquer ou au moins se réduire à ce fait que les sables de Diest sont superposés aux couches du Bolderberg dont il sera fait mention dans la section suivante. Sans le secours des fossiles, nous n'aurions pu décider si ces sables se relient au terrain d'Anvers ou au dépôt du Bolderberg, ou bien s'ils sont entièrement indépendants de l'un et de l'autre. Il n'est pas encore certain s'ils se rapportent au *crag noir* plutôt qu'à l'une des autres subdivisions du crag d'Anvers.

Ce qui rend les sables de Diest très-remarquables en Belgique et dans la Flandre française, c'est qu'ils forment le sommet des collines dans une grande partie de l'espace qu'y

occupent les terrains tertiaires ; je les ai observés pour la première fois à Cassel près de Dunkerque, couronnant la chaîne de collines qui s'étend de cette ville jusqu'en Belgique. Au Mont-Noir, en particulier, la masse qui le termine, consiste en gravier lié par un ciment ferrugineux, renfermant des concrétions tubulaires de fer hydraté, qui, quand elles sont en masses détachées comme je les ai vues gisant dans une carrière à gravier, ressemblent à une pile de canons ou à un monceau de ces grands cylindres de fonte employés pour la conduite du gaz d'éclairage, placés horizontalement les uns sur les autres.

La liste suivante des moules de fossiles des sables de Diest, quoiqu'imparfaite, peut au moins servir à constater l'état peu avancé de nos connaissances sur ce dépôt.

1. Terebratula grandis, *Blum.*
   T variabilis, Sow.
   T. Sowerbyi, Nyst.
   T. maximus, Charlesworth.
2. Solen ensis?, *Linn.*
3. Syndosmya prismatica?, *W. Wood.*
   Ligula donaciformis ?, Nyst.
4. Axinus?
5. Mactra?
6. Pectunculus.
7. Cardium.
8. Calyptræa.
9. Natica.
10. Trochus
11. Buccinum.
12. Fusus.
13. Cerithium.
14. Terebra.
15. Rostellaria
16. Turbinolia?

CHAPITRE IV.

Sables du Bolderberg, système bolderien, DUMONT.

Le Bolderberg est une petite colline située entre Diest et Hasselt, à environ 8 kilomètres au N.-O. de cette dernière ville, orientée à peu près du N.-E. au S.-O. et s'élevant à 15 mètres environ au-dessus de la plaine et à 60 mètres au plus au-dessus du niveau de la mer. Elle est formée à son sommet, des sables de Diest, et plus bas de quelques couches minces de graviers et de sables dont les fossiles appartiennent à une faune marine entièrement distincte de celle du crag d'Anvers, d'une part, et de celle des terrains du Limbourg ou de

Klein-Spauwen, qu'on y observe plus bas, d'autre part. La fig. 1 ci-dessous est une coupe de cette colline.



B^2 Sables et grés ferrugineux de Diest.
C Sables du Bolderberg et gravier.
D sables du Limbourg (*système rupelien* de M. Dumont).

Les talus d'une route qui traverse le sommet de l'E. à l'O. et quelques autres ouvertures pratiquées sur les pentes de celle-ci m'ont permis d'observer la série de couches que voici :

1° Sables rougeâtres de Diest renfermant des concrétions tubulaires minces de grés ferrugineux et stratifiés horizontalement ; 3 mètres à 3^m,60.

2° Glauconie vert pâle et lits de sable brun avec mica et grains de quartz ; 0^m,60.

3° Graviers formant par places un conglomérat cimenté par le fer, avec nombreuses coquilles, la plupart brisées ; ils forment la principale couche fossilifère de la formation du Bolderberg; 0^m,15.

4° Sables ferrugineux et sables blanchâtres ; 6 mètres.

5° Sables blanchâtres et galets, formant parfois un conglomérat, et renfermant quelques coquilles presque toutes en fragments et beaucoup de grandes *Ostrea ;* 0^m,15?

Je dois faire observer que toutes les coquilles se trouvent dans deux couches dont la puissance réunie excède à peine 0^m,30 et que par leur état fragmentaire et leur mélange avec des cailloux, elles ressemblent à celles jetées par la mer sur ses rivages.

On n'a trouvé aucun fossile dans les sables jaunes, verts et blancs que recouvrent les couches du Bolderberg. Ils sont rapportés par M. Dumont à une partie de son système rupelien, mais sans les données fournies par les coquilles conser-

vées accidentellement dans les graviers cités plus haut, je crois qu'il eût été impossible de distinguer la formation *bolderienne* des couches diestiennes ou supérieures et des couches rupeliennes ou inférieures. La présence de la glauconie qui, dans quelques contrées, fournirait un caractère minéralogique précieux pour distinguer les formations les unes des autres, est si universelle en Belgique dans chacun des groupes du terrain tertiaire, qu'elle ne peut y être d'aucun secours.

Quelques heures m'ont suffi pour recueillir des échantillons d'une grande partie des coquilles découvertes jusqu'ici au Bolderberg, qui est, d'ailleurs, le seul endroit où on ait trouvé en Belgique des fossiles de cette faune spéciale. La liste suivante, comprenant 47 espèces, a été dressée en partie d'après mes échantillons examinés et dénommés par M. Nyst et principalement d'après des renseignements que m'a donnés M. Bosquet, de Maestricht. Toutefois, une grande partie de ces fossiles ne consistent qu'en moules dont la détermination n'est pas aussi certaine qu'on pourrait le désirer. Les points d'interrogation montrent mes doutes et ceux de M. Bosquet à cet égard.

LISTE DES COQUILLES ET DES POLYPIERS FOSSILES DU BOLDERBERG, PRÈS DE HASSELT.

1. Panopæa.
2. Corbula pisum, *Sow.*
3. —— planulata, *Nyst.*
4. Mactra ; esp. non déterminée.
5. Tellina ; voisine de la *T. Benedenii* du crag d'Anvers.
6. Donax Stoffelsii, *Nyst.*
7. Lucina astartea, *Nyst.*
8. Venus erycina, var. D., *Nyst.*
   V. erycinoides?, Bast.
9. —— chionoides?, *Nyst.*
10. ——rugosa, *Bronn ;* ainsi déterminée pour moi par M. Nyst.
11. —— similis?, *Nyst.*
12. Venus voisine de la *V. incrassata*, mais plus orbiculaire.
13. Astarte radiata?, *Nyst.*
14. Isocardia harpa, *Goldf.*

15. Nucula Ryckholtiana ?, *Nyst.*
16. —— subglobosa ?, *Philippi.*
17. Leda interrupta, *Bosq.*
Nucula interrupta, Poli (Nyst).
18. Pectunculus pilosus, *Nyst.*
P. glycimeris, Lamk.
19. Arca latisulcata, *Nyst.*
20. Pecten Sowerbyi, *Nyst.*
21. Ostrea ; voisine l'*O. Meadei*, Sow., mais pourtant d'espèce différente.
22. Phorus, sp. nov. ?
23. Turritella crenulata ?, *Nyst.*
24. —— incisa ?, *Al. Brongniart* (Nyst).
25. Natica ; ressemblant à la *N. patula*, Lamk.
26. —— olla, *Marcel de Serres.*
27. Sigaretus canaliculatus ?, *Sow.*
28. Cancellaria evulsa, *Brander.*
29. —— planispira, *Nyst.*
30. —— cassidia ?, *Borson.*
31. Angistoma politum, *Bosq.*
Fusus politus, Bronn.
Columbella.
32. Pleurotoma ramosa ?, *Bast.*
33. —— turris ?, *Lamk.*
34. —— Stoffelsii, *Nyst.*
35. —— denticula ?, *Bast.*
36. —— acuticosta ?, *Nyst.*
37. —— subcanaliculata ?, *Münst.*
38. —— filosa ? nommée pour moi par M. Nyst.
39. Cerithium crassum, *Dujard.*; collection de M. Bosquet.
40. Terebra pertusa, var. B., *Basterot.*
41. Eburna ; esp. non déterminée ; collection de M. Bosquet.
42. Conus Brocchii ?, *Bronn.*
43. Ancillaria obsoleta, *Nyst.*
Buccinum obsoletum, Brocchi.
44. Oliva Dufresnei, *Bast.*; suivant M. Nyst, mais M. Bosquet conserve des doutes sur cette identification, parce que l'espèce du Bolderberg est plus petite et plus courte et porte

de nombreux plis sur la columelle. Cette coquille est la plus abondante, mais on ne la trouve jamais dans un état parfait de conservation.

45. Flabellum Edwardsianum, *Bosq.*
46. —— avicula, *Nyst* (*Turbinolia avicula*, Michelotti).
47. Lunulites rhomboidalis, *Goldf.*

Quoique la liste précédente comprenne 47 espèces, il y en a si peu parmi elles dont les exemplaires soient dans un état parfait de conservation, qu'il n'est pas possible de bien en comparer l'ensemble avec aucune faune vivante ou fossile. Quelques cas supposés d'analogie, sont certainement erronés: tel est celui de la grande *Ostrea* avec l'*O. Meadii* de la *Mineral conchology* de Sowerby, qui est une espèce jurassique. Néanmoins, nous pouvons affirmer que cet assemblage de fossiles est très-distinct de celui qu'offre le *crag* d'Anvers qui est plus moderne, et de celui des couches du Limbourg qui sont plus anciennes.

Quelques espèces, comme l'*Isocardia harpa*, sont jusqu'à présent particulières à cette localité. L'*Oliva Dufresnei?* est excessivement abondante. Les genres *Oliva*, *Conus*, *Ancillaria* et *Cancellaria* impliquent un climat plus chaud que celui de l'époque du *crag* d'Anvers.

Nous n'avons en Angleterre aucun représentant de la formation bolderienne de M. Dumont, qui est probablement un dépôt miocène, se rapprochant plus de l'âge des faluns de la Touraine que tout autre groupe tertiaire de Belgique et ayant été formé sous un climat analogue.

CHAPITRE V.

Formation tertiaire du Limbourg. Systèmes rupelien et tongrien, M. DUMONT. *Terrain éocène supérieur* (T. miocène inférieur de quelques auteurs).

PREMIÈRE PARTIE.

La partie des terrains tertiaires de Belgique, que nous rencontrons ensuite en descendant, est connue depuis longtemps

des paléontologistes à cause de la localité de Klein-Spauwen, village de la province de Limbourg, situé à l'ouest de Maestricht et dans le voisinage duquel on peut observer la superposition régulière et bien marquée de plusieurs de ses subdivisions.

L'on doit à M. Hébert d'avoir établi en 1849 les relations paléontologiques qui existent entre cette formation du Limbourg et la partie supérieure du bassin parisien, ou, en d'autres mots, d'avoir prouvé qu'elle est l'équivalent des couches nommées d'abord *seconde formation marine* par Cuvier et Brongniart et qui se composent des *grès de Fontainebleau* et des marnes vertes à *Ostrea cyathula* superposées au gypse (¹).

J'ai eu l'avantage d'étudier cette formation avec l'aide de M. Bosquet, de Maestricht, et je suis arrivé à cette conclusion qu'elle peut être convenablement divisée en trois étages dont l'inférieur et le supérieur sont des dépôts marins, tandis que celui du milieu est fluvio-marin. L'étage supérieur, qui n'a qu'une faible puissance à Klein-Spauwen, n'y a offert que 32 espèces de fossiles, principalement des mollusques et des entomostracés (voir tableau VIII); mais en plusieurs points des bords de l'Escaut, à 16 lieues environ à l'E.-N.-E. de Klein-Spauwen, il a fourni un grand nombre de mollusques, principalement à Rupelmonde, Boom, Basele et Schelle. Les noms de ces localités sont familiers à ceux qui ont lu l'ouvrage de M. Nyst sur les coquilles des terrains tertiaires de la Belgique, et comme je les ai toutes visitées dans le cours de cet été, je vais en donner la description.

DEUXIÈME PARTIE.

Argile de Rupelmonde, Système rupelien, Dumont.

A. Rupelmonde.

On voit en avant de la jonction du Rupel avec l'Escaut, sur la rive gauche ou septentrionale de celui-ci et près du village

(¹) Hébert, *Bulletin de la Société geol. de France*, 2ᵉ série, vol. VI, p. 459, avril 1849

de Rupelmonde, une ligne d'escarpements d'environ 800 mètres de longueur et dont la hauteur est d'à peu près 30 mètres ; ces escarpements consistent principalement en argile de couleur sombre, employée à la fabrication des briques et dont l'épaisseur varie entre 24 et 27 mètres : elle est couronnée par une couche de sable variant en puissance de $1^m,50$ à 6 mètres, et repose, d'après ce qu'on m'a dit, sur des sables blanchâtres qu'on a reconnus en faisant des puits. J'ai trouvé dans le sable jaune de la partie supérieure quelques fragments appartenant probablement à la *Corbula planulata*, Nyst (*C. gibba*, Oliv.) et à la *Cyprina tumida*, Nyst, suivant la détermination qu'en a faite M. De Wael qui possède de meilleurs exemplaires que les miens ; j'ai recueilli aussi des fragments d'une *Astarte* qui paraît être une espèce de *crag*. Je suis donc à peu près convaincu de l'exactitude de l'opinion de M. De Wael, que ce sable représente le *crag* supérieur d'Anvers. L'argile ressemble par ses caractères minéralogiques à celle de Londres et renferme aussi des *septaria* ou concrétions de calcaire argileux, traversées intérieurement par des fentes et disposées en lits réguliers ; la partie supérieure se délite par son dessèchement en feuillets minces. Quoique les ouvriers qui exploitent cette argile y trouvent chaque année un grand nombre de fossiles, j'ai pu à peine en recueillir quelques-uns après une recherche de quelques heures ; les seuls que j'ai vus en place sont des *Nucula Deshayesiana*, un fragment de *Dentalium* et une dent de squale, mais j'ai obtenu des ouvriers, plus de 20 espèces.

B. *Schelle et Boom.*

De Rupelmonde on voit le village de Schelle situé sur la rive opposée de l'Escaut ; la masse d'argile y a une épaisseur de 15 à 18 mètres et y est recouverte par des sables jaunes et blanchâtres dont la puissance est de $1^m,80$ environ.

A Boom, qui est sur la même rive, l'épaisseur visible de l'argile est d'environ 9 mètres ; elle y est surmontée, comme

dans les autres localités, du sable jaune du crag et on dit qu'elle repose sur des sables blanchâtres très-aquifères, appelés *sables mouvants* par les ouvriers. En cet endroit la grande masse d'argile est divisée en deux couches par un énorme lit de *septaria;* l'inférieure, épaisse de 4 à 5 mètres, se compose d'argile compacte contenant des boules de pyrite; la supérieure est plus sableuse. Les seuls fossiles que j'y ai trouvés moi-même sont le *Pleurotoma Selysii*, la *Nucula Deshayesiana* et une *Anomia* douteuse. Les coquilles paraissent dispersées dans la roche; parmi les petites espèces la seule qu'on puisse acquérir des ouvriers de ces localités est la *Corbula pisum;* encore n'en trouve-t-on pas d'individus isolés, les ouvriers ne portant, sans doute, leur attention sur ces coquilles que quand elles sont agrégées dans des masses lenticulaires de pyrite. Cette circonstance me fait supposer que la faune de Rupelmonde serait beaucoup plus riche, si les naturalistes n'avaient pas jusqu'ici, presqu'entièrement dépendu, comme moi-même, des ouvriers pour en former des collections, ces gens ne remarquant que les espèces les plus grandes et les plus apparentes.

M. De Koninck a publié en janvier 1837 une description de 43 espèces de coquilles de cette formation, ornée des figures de celles qui sont le plus remarquables.

M. Nyst a eu la bonté de me donner une liste corrigée des espèces qui lui étaient connues en 1851. Je me suis procuré sur les lieux, celles qui sont le plus abondantes, au nombre de 28, et avec l'aide de MM. Morris et Edwards, je les ai comparées à la nombreuse collection de fossiles de l'argile de Londres, que possède ce dernier. Comme l'argile de Boom et de Rupelmonde a été souvent considérée comme contemporaine de celle de Londres, il était nécessaire de consulter des collections de l'Angleterre plus nombreuses en espèces que celles dont les naturalistes belges ont pu disposer jusqu'ici: c'est ce que l'obligeance de MM. Morris et Edwards m'a mis à même d'accomplir.

Tableau VII.

LISTE DES FOSSILES DE L'ARGILE DE RUPELMONDE, BOOM ET SCHELLE.

NOMS DES ESPÈCES.	OBSERVATIONS.
1. Corbula pisum, *Sow.*	Se trouve en Angleterre dans la formation marine supérieure, à l'île de Wight, dans l'argile de Barton et à Bracklesham.
2. Lutraria ablata? *Sow*	M. Nyst considère la détermination de cette coquille comme douteuse et faite sur des échantillons incomplets; il propose de la nommer *L. Dubia*.
3. Erycina striatula.*Nyst.*	Imparfaitement connue.
4. Axinus Nystii,*Philippi.* *Axinus angulatus.* De Kon. *Lucina Goodhallii,* Sow.	M. Morris fait observer que cette coquille est très-voisine de la *Lucina Goodhallii,* Sow. (*Trans. geol.* 2e série, V. pl. 8, fig. 7), qui est de l'argile de Londres. Il dit que ce n'est probablement qu'une variété locale, qui se distingue par une lunule plus profonde, des plis postérieurs plus proéminents et une surface striée.
5. Astarte Kickxii, *Nyst.*	
6. Venus incrassata,*Sow*	M. Nyst n'est pas sûr de cette détermination et je n'ai pas pu obtenir d'exemplaire de cette coquille pour le comparer avec le fossile nommé par Sowerby.
7 Cardita Kickxii, *Nyst.* *C. globosa, Sow?*	Peut-être une variété de la *C. globosa*. D'après M. Morris, elle est intermédiaire entre deux variétés de l'espèce de Barton qui se trouve dans la collection de M. Edwards. Les échantillons de Belgique sont plus déprimés et les ornements des côtes sont un peu différents.
8. Leda Deshayesiana.	Plus grande et plus épaisse que la *Nucula amygdaloides*, mais ressemblant beaucoup à celle-ci, dans le jeune âge.
9. Nucula Archiaciana, *Nyst.*	Très-rare, on ne l'a encore trouvée qu'en Belgique.
10. —— Chastelii, *Nyst.*	Trouvée aussi à Hermsdorf, près Berlin.
11. Arca decussata, *Nyst.* *Arca multistriata,* De Kon	Espèce distincte de l'*A. duplicata*, Sow., avec laquelle M. Nyst l'avait d'abord identifiée.
12. Pecten Hæninghausii, *Defr.*	
13. —— Ryckholtii, *Nyst.*	Petite espèce, récemment découverte, voisine, suivant ce que m'apprend M. Nyst, du *P. obsoletus* et du *P. sublævigatus*, mais ayant des valves moins bombées et des stries longitudinales plus distinctes.
14. Ostrea paradoxa, *Nyst.*	

Tableau VII. (Suite.)

NOMS DES ESPÈCES.	OBSERVATIONS.
15. Dentalium Kickxii, *Nyst.*	
16. Phorus Lyellianus. *Bosq.* *Trochus agglutinans.* Nyst.	M. Nyst est maintenant d'avis que cette coquille diffère du *T. agglutinans, Lamk.* et a, d'après ses observations, une spire plus conique.
17. Scalaria, nouvelle espèce.	J'ai trouvé cette coquille à Rupelmonde et elle sera figurée et décrite dans le supplément que M. Nyst se propose de publier. Elle est très-voisine d'une espèce de l'argile de Londres, venant de Potter's Bar et qui se trouve dans la collection de M. Edwards. Elle diffère de la *Scalaria costulata*, Nyst, pl. 38, fig. 6, par un nombre presque double de côtes (18 à 20) sur chaque spire, par des dimensions plus grandes et par des tours de spire plus symétriquement courbés.
18. Acteon (Tornatella) simulatus, *Sow.*	La coquille ainsi dénommée est analogue à quelques variétés de l'espèce de Barton. Elle est plus lisse et a les sillons moins larges que la plupart des individus provenant de l'Angleterre.
19. Natica glaucinoides, *Sow.*	Identique avec les exemplaires de Highgate ou de l'argile de Londres, suivant la comparaison qui en a été faite par MM. Morris et Edwards.
20. Cancellaria evulsa, *Brander.*	Cette coquille diffère trop peu de celle de Barton pour constituer autre chose qu'une simple variété. Elle se rapproche davantage des spécimen de Bracklesham.
21. Fusus elongatus.	Très-voisine d'une coquille de l'argile de Londres, mais en différant néanmoins.
22. — — multisulcatus, *Nyst.* — — *lineatus.*	Très rapprochée du *F. lineatus*, qui est une coquille de Highgate, mais ayant le canal plus droit, suivant M. Morris.
23. — — erraticus, *De Kon.*	
24. — — Deshayesii, *De K.*	
25. — — Koninckii, *Nyst.*	Même observation que pour le n° 21.
26. — — Waelii, *Nyst.* — — *regularis,* De K.	M. Nyst remarque que cette espèce est différente du *F. regularis*, Sow., à laquelle on avait cru autrefois qu'elle correspondait.
27. — — Staquiezii, *Nyst.* — — *scalaroides*, De K.	Cette petite espèce, dit M. Nyst, est facile à confondre avec le *F. aciculatus,* Lamk., quoiqu'elle en diffère.
28. Pleurotoma Morrenii, *De Kon.*	Voisine d'une espèce non décrite de Highgate.

Tableau VII. (Suite.)

NOMS DES ESPÈCES.	OBSERVATIONS.
29. —— crenata, *Nyst.* —— *subdenticulata.* Golf.	Elle se rapproche d'une espèce non nommée de Barton, si elle n'en est une variété.
30 —— Selysii, *De Kon.*	Identique, d'après MM. Morris et Edwards, avec une coquille de Highgate.
31 —— Koninckii, *Nyst.*	Très-voisine d'une coquille de Potter's Bar, de la collection de M. Edwards.
32 —Waterkeynii, *Nyst*	Très-rapprochée d'une coquille de Highgate.
33. —— flexuosa? *Golf.* ——*acuminata*, Nyst.	M Beyrich rapporte cette coquille au *P. flexuosa*, Golf. Ce n'est pas le *P. accuminata*, Sow.
34. —— Bosquetii, *Nyst.*	Cette coquille a été supposée identique avec le *P. rostrata*, de Brander, mais M. Nyst soupçonne maintenant qu'elle en diffère.
35. Murex Pauvelsii, *De Kon.*	
36. —— Deshayesii, *Nyst.*	Voisine du *M. cristatus*, Sow., qui est une espèce de l'argile de Londres.
37. Typhis cuniculosus, *Nyst.* ——*T. muticus*, Sow.	M. Morris pense que cette coquille est probablement une variété du *T. muticus*, Sow.
38. Triton argutum, *Br.* —— *flandricum*, De Kon.	La coquille de Barton est une variété peu différente de celle-ci, qui correspond à la variété de Highgate.
39. Rostellaria (Chenopus) Sowerbyi, *Mont.* *Chenopus Margerini*, De Kon.	Elle correspond avec une espèce de l'argile de Londres, mais est cependant plus grande.
40. Cassidaria (Morio) depressa, *V. Buch.*	
41.—calanthica, *V. Buch.*	Espèce rare que je n'ai pas pu me procurer.
42 Voluta semiplicata, *Nyst.*	
43. Nautilus ziczac, *Sow.* *Aturia ziczac*, Bronn.	La figure donnée par M. De Koninck, correspond bien à la coquille de l'argile de Londres. On n'en a jamais trouvé qu'un seul exemplaire.

Plusieurs espèces d'entomostracés ont aussi été trouvées dans l'argile de Rupelmonde et décrites par M. Bosquet (¹).

J'ai recueilli à Rupelmonde, à Boom et à Schelle beaucoup de dents de squales, dont plusieurs paraissent appartenir au

(¹) *Mém couronnés de l'Académie royale de Belgique*, t. XXIV.

Carcharodon heterodon, Agass. et sont de très-grande dimension. La liste suivante comprend 12 espèces que je possède dans ma collection.

POISSONS FOSSILES DE RUPELMONDE, BOOM ET SCHELLE.

NOMS DES ESPÈCES.	OBSERVATIONS.
1. Carcharodon heterodon?, *Ag.*	Correspond de plus près à un des échantillons de Bracklesham, ayant appartenu à feu M. Dixon, et maintenant au Musée britannique, qu'aux figures 11 et 16 de la pl. 28 des *Poissons fossiles*, d'Agassiz.
2. —— angustidens, *Ag.*	
3. Oxyrhina xiphodon, *A.*	
4. —— trigonodon, *Ag.*	
5. —— Desorii?, *Ag.*	
6. Otodus obliquus, *Ag.*	
7. Lamna elegans, *Ag.*	
8. —— cuspidata?, *Ag.*	
9. —— compressa?, *Ag.*	
10. —— Hopei, *Ag.*	
11. Galeocerdo minor, *A.*	
12. Notidanus primigenius, *Ag.*	

Sur les 43 espèces de mollusques énumérées ci-dessus, il n'y en a pas moins de 15 que l'on regarde comme ayant été trouvées dans les terrains éocènes de l'Angleterre; ce sont les n°s 1, 2?, 4, 6, 7?, 18, 19, 20, 22?, 29?, 30, 37, 38, 39 et 43. On voit que quatre de ces coquilles sont présentées avec doute, mais d'un autre côté il est à remarquer que plusieurs autres, considérées par nous comme très-voisines d'espèces non décrites de l'argile de Londres, seraient admises par plusieurs conchyliologistes comme identiques. L'ensemble des fossiles a plus d'affinité avec ceux de l'argile de Barton qu'avec les membres plus anciens de la série éocène. L'aspect général de cette faune est si positivement éocène que je ne suis pas surpris que M. D'Archiac n'ayant pas pu déterminer sur les lieux la position relative de l'argile de Rupelmonde et

sachant que M. De Koninck et Nyst avaient identifié un de ses fossiles avec des espèces éocènes de l'Angleterre, ait persisté, même en 1848, à regarder cette argile comme faisant partie de l'argile de Londres proprement dite, qui lui ressemble d'ailleurs par ses caractères minéralogiques, sa couleur, ses septaria et ses nodules de pyrites ([1]).

Les restes fossiles de poissons de Rupelmonde, comme on le voit par la liste que nous en avons donnée, appartiennent en partie à des espèces de l'argile de Londres et du calcaire grossier, tels que l'*Otodus obliquus*, le *Lamna elegans* et le *Lamna compressa*, et en partie à des espèces citées par M. Agassiz, comme étant de la *mollasse* de la Suisse.

Des 28 espèces de coquilles que nous avons recueillies nous-même à Rupelmonde et dans les environs, la plus abondante de beaucoup est la *Nucula Deshayesiana*, et ensuite le *Fusus multisulcatus*. L'existence de sept espèces de *Pleurotoma*, dont quelques-uns sont très-communs, est aussi un caractère frappant, qui sert, avec des considérations tirées de l'ensemble des renseignements fournis par la liste précédente, à faire conclure par notre ami, M. le professeur E. Forbes, que l'argile de Rupelmonde est un dépôt correspondant à la jonction de ses zones périlittorale et médiane ou à une profondeur de 15 à 25 toises (27 à 45 mètres) et probablement plus près de 15 que de 25 ([2]).

([1]) D'Archiac, *Hist. des prog. de la géol.*, t. II, p. 498.

([2]) M. le professeur Forbes ayant récemment modifié sa nomenclature des zones marines de profondeur, afin d'en rendre les termes plus applicables aux mers de tous les climats et de toutes les parties du globe, nous donnons ici l'explication des nouveaux noms employés par lui et dont nous avons fait usage dans ce mémoire.

Zones marines de profondeur, suivant M. le professeur E. Forbes, 1852.

Noms.		*Profondeurs.*
Zone littorale		Entre les balancements des marées.
Zone périlittorale	supérieure ou des laminaires inférieure	0 à 15 toises.
Zone médiane ou des coraux	supérieure	15 à 30
	inférieure	50 à 50
Zone infra-médiane		50 à 100
Zone abyssique		en dessous de 100

Nous croyons nécessaire de remettre les considérations sur l'âge réel de l'argile de Rupelmonde après la description des terrains tertiaires de la province de Limbourg.

DEUXIÈME PARTIE.

DÉPÔTS DU VOISINAGE DE KLEIN-SPAUWEN, PRÈS DE MAESTRICHT, TERRAINS TERTIAIRES DU LIMBOURG.

J'ai déjà rappelé les services que MM. De Koninck et Nyst ont rendus à la paléontologie de la Belgique par leur description des fossiles de Rupelmonde. La plus grande partie des mollusques de Klein-Spauwen ont aussi été décrits et figurés par le second, et M. Bosquet nous a récemment fait connaître les entomostracés du même endroit. Ce naturaliste a dirigé avec succès ses études sur la distinction des fossiles des diverses couches et l'observation de ceux qui sont particuliers à chacune d'elles ou qui sont communs aux différents membres de la série, de sorte qu'après avoir visité en sa compagnie les principales localités, je possédais une grande quantité de renseignements que, sans son aide, je n'eusse pu recueillir qu'en plusieurs années. Pour établir la correspondance des diverses subdivisions d'un point à un autre et les identifier dans les différents lieux d'après leurs caractères minéralogiques, j'avais l'avantage d'avoir été précédé par M. Dumont dont les patients et laborieux travaux pour la construction de la carte géologique de la Belgique ne peuvent être estimés trop haut. La tâche de déterminer les relations géologiques et les limites géographiques des différents groupes de cette contrée est remplie de difficultés extraordinaires, résultant du manque fréquent de restes organiques et de la présence d'une couche épaisse et presque continue de limon recouvrant la formation. La confusion est encore augmentée par la ressemblance des couches tertiaires avec quelques dépôts de limon résultant de leur dénudation et contenant les mêmes fossiles.

Après avoir visité les villages de Berg, Vieux-Jonc, Hoesselt

et Lethen près de Klein-Spauwen, et ceux de Neerepen et Grimittingen, dont les noms sont familiers à ceux qui ont lu l'ouvrage de M. Nyst, et en me fondant sur les renseignements dont M. Bosquet m'a libéralement gratifié, j'ai trouvé utile, au moins comme classification provisoire, de diviser les terrains tertiaires du Limbourg, en trois étages, dont le supérieur et l'inférieur sont marins, et l'intermédiaire fluviomarin (*d*) ; le tableau suivant indique la composition de ces subdivisions.

			Épaisseurs.
Étage supérieur ou *marin*.		Couche argileuse à nucules (Bosquet) .	$0^{m},90$
Étage moyen ou *fluviomarin*.	a	Sables de Bergh	$4^{m},20$
	b	Sables jaunâtres	$1^{m},80$
	c	Marnes vertes	$10^{m},80$
Étage inférieur ou *marin*		Argile sableuse glauconifère ou couche à *Ostrea ventilabrum*.	$6^{m},00$

(*d*) Nous avons à exprimer, à l'égard des travaux de M. Bosquet sur les terrains tertiaires du Limbourg, la même opinion que celle que nous avons consignée dans la note précédente relativement aux idées de MM. De Wael et Nyst sur le crag d'Anvers. Les trois divisions admises par M. Bosquet ne nous semblent pas suffisamment tranchées et ne peuvent offrir autre chose qu'un intérêt purement local. De semblables subdivisions, utiles à observer dans le classement d'une collection spéciale à un endroit, deviennent encombrantes et nuisent à l'évidence des déductions générales quand on les conserve dans un travail d'ensemble comprenant toute une contrée. M. Bosquet trouve la raison de ses trois subdivisions dans la présence d'un étage moyen fluviomarin, dont l'existence entre deux formations exclusivement marines, si elle était bien démontrée, prouverait en effet que les trois dépôts sont séparés par des lignes de démarcation bien tranchées; mais l'établissement de ce soi-disant étage fluvio-marin, n'a d'autre fondement que la présence de *trois* espèces seulement de mollusques, appartenant à autant de genres dont deux se rencontrent fréquemment dans les eaux douces, et le troisième dans les eaux saumâtres ; or, M. Alcide d'Orbigny a démontré par ses observations personnelles, que le genre *Cyraena*, et même le genre *Cyclas* dont le précédent n'est qu'un démembrement, comprend des espèces positivement marines et qu'il en est de même du genre *Paludestrina ;* d'un autre côté, si certains *Cerithium* se rencontrent dans les eaux saumâtres, il ne s'ensuit pas que l'on puisse déduire de ce fait que partout où l'on rencontre des espèces fossiles de ce genre la salure des eaux était moindre que celle de la pleine mer, car alors, le calcaire grossier de Paris, formé parfois presqu'entièrement de coquilles de ce genre et où l'on n'en a pas observé moins de 70 espèces, serait un dépôt des eaux saumâtres, ce qui n'est jamais venu dans la pensée de personne et ce qui serait, du reste, complétement démenti par l'étendue de la formation et par les autres fossiles qui s'y trouvent associés aux *Cerithium*. (*Les trad.*)

La première couche renferme les 21 espèces de mollusques et les 11 espèces d'entomostracés, mentionnées dans la seconde colonne à astérisques du tableau VIII. La *Nucula Lyelliana,* Bosq. est l'espèce la plus commune, quoique difficile à obtenir entière à cause de sa fragilité. Les autres coquilles sont rares à l'exception de la *Corbulomya complanata,* la seule qui ne soit pas positivement marine. Après la *Nucula Lyelliana,* le fossile le plus commun est la *Cytheridea Mulleri,* Bosq. M. Forbes pense que la profondeur probable de la mer où s'est fait le dépôt, est celle de la partie inférieure de sa zone périlittorale.

Sur les 21 espèces de mollusques, les 12 comprises dans la liste suivante se retrouvent également dans l'argile de Rupelmonde, Boom, etc., ce qui, eu égard au petit nombre d'espèces rencontrées dans chacun des dépôts, est une preuve décisive de leur contemporanéité.

Axinus Nystii.
Venus incrassata.
Natica glaucinoides.
Fusus elongatus.
Pleurotoma crenata.
—— flexuosa.
Murex Deshayesii.
Typhis cuniculosus.
Triton argutum.
Triton flandricum.
Rostellaria (Chænopus) Margerini.
Cassidaria depressa.
Voluta semiplicata.

Parmi les 11 espèces d'entomostracés mentionnées plus haut, plusieurs sont communes à Rupelmonde, Boom, etc.

Dans les sables de Bergh qui viennent ensuite, la première couche fossilifère, *b* sur la fig. 2 ci-dessous, a été appelée



couche à pectunculus, à cause de l'abondance extraordinaire du *Pectunculus fossilis*, Kon. (*P. terebratularis*, Lamk.). On y trouve en outre les fossiles suivants :

Corbula Henckeliusiana.
Astarte Henckeliusiana (2).
—— trigonella.
Lucina tenuistria.
Cyprina islandica?
—— Nystii.
Venus lævigata (1).
—— incrassata.
Cardita Omaliana.
Pectunculus fossilis (6).
—— pulvinatus (2).
Limopsis Goldfussii (1).
Pecten Hoëninghausii (2).
—— Deshayesii.
Dentalium acutum (1).
Infundibulum striatellum.
Trochus Kickxii.
Natica hantoniensis.
Voluta Rathieri.
——
Myliobates.
Lamna contortidens.
—— cuspidata.

Les 7 espèces devant lesquelles sont placés des nombres sont les plus communes et ces nombres indiquent leur abondance relative, selon les observations de M. Bosquet. M. Forbes infère de cette liste que cette couche a probablement été formée à la jonction de ses zones périlittorale et médiane ou à la profondeur de 15 à 20 toises (27 à 36 mèt.). On ne trouve point de *Cerithium* ni d'autres espèces des eaux douces ou saumâtres.

La seconde couche fossilifère, *d*, fig. 2, est séparée de la première par un lit de sable blanc sans coquilles et n'a que 15 centimètres d'épaisseur ; parmi les coquilles que contient le sable qui la compose, on observe des *Cerithium*, de même que dans une troisième couche fossilifère, *f*, fig. 2, séparée de la seconde par un banc de sable sans coquilles. Les fossiles des deux couches sont identiques et leur fréquence relative dans chaque gite diffère seule légèrement, ce qu'on voit par la liste suivante et les nombres inscrits vis-à-vis de chaque espèce.

	« d »	« f »		« d »	« f »
Corbula pisum	1	1	Pectunculus pulvinatus	1	1
Corbulomya triangula	2	3	Pecten Hoeninghausii	1	1
—— complanata	1	1	Paludestrina Draparnaudii	2	5
Astarte Henckeliusiania	1	1	Rissoa? Chastelii	2	3
Cyrena semistriata	2	3	—— plicata	1	1
Lucina striatula	1		Rissoina Nystii	2	3
—— Thierensii	2	2	Cerithium subcostellatum	3	4
Venus incrassatoides	1	1	—— elegans	1	2
—— Kickxii	1	2	Pleurotoma belgica	1	1
Cardita Omaliana	1	1	Buccinum Gossardii	1	1
Cardium tenuisulcatum	1	1	Voluta Rathieri	1	1
Limopsis Goldfussii	2	3	Cytheridea Mulleri	1	1
Pectunculus fossilis	1	1			

Le *Cerithium subcostellatum*, (*C. plicatum*, Lamk.) est l'espèce la plus commune, et on peut remarquer que celles des eaux douces ou saumâtres sont représentées par un plus grand nombre d'individus dans la couche *f* ou inférieure. M. le professeur E. Forbes conclut de cette circonstance qu'elle a été formée à la partie supérieure de sa zone périlittorale ou à une profondeur variant entre le niveau de la marée basse et celui de 6 à 7 toises (10^m,80 à 12^m,40).

Les 6 espèces suivantes sont souvent très-roulées : *Cyrena semistriata*, Desh., *Venus incrassatoides*, Nyst, *Pyramidella cancellata*, Desh., *Cerithium elegans*, Nyst, *Rissoa plicata*, Desh., et *Cerithium subcostellatum*, Schloth. Mais M. Bosquet fait remarquer que quelques individus de ces mêmes espèces sont si parfaitement conservés, qu'ils paraissent avoir vécu sur les lieux et qu'il n'y a aucune raison de supposer que ces espèces aient été arrachées de couches plus anciennes ou qu'elles n'ont pas vécu dans des rivières ou des estuaires communiquant avec la mer dans laquelle les sables de Bergh se sont formés.

En dessous de la couche *f*, de la coupe fig. 2, il y a des sables blancs, de plusieurs pieds d'épaisseur, ne renfermant pas d'autres fossiles qu'un petit nombre d'exemplaires de la *Cyprina Nystii*. Il y a dans la coupe donnée pour Bergh, une

lacune à la place des sables jaunes qu'on trouve, à Klein-Spauwen et Vieux-Jonc, interposés entre les sables blancs de Bergh, indiqués par *a* au tableau des subdivisions du terrain tertiaire du Limbourg, et les marnes vertes marquées *c* au même tableau.

Les fossiles recueillis par M. Bosquet dans la couche *b* audit tableau, ou les sables jaunâtres de Klein-Spauwen, sont les suivants :

Panopæa Hebertiana, *Bosq.*
Corbulomya complanata, *Nyst.*
—— triangula, *Nyst.*
Corbula pisum, *Sow.*
Erycina neglecta, *Nyst.*
Psammobia rudis, *Lamk.*
Tellina Hebertiana, *Bosq.*
Lucina Thierensii, *Heb.*
—— tenuistria, *Heb.*
—— striatula, *Nyst.*
Cyrena semistriata, *Desh.*
Venus Kickxii, *Nyst.*
—— incrassatoides, *Nyst.*
Limopsis Goldfussii, *Bosq.*
Pectunculus terebratularis, *Lamk.*
Mytilus fragilis, *Nyst.*
—— Faujasii, *Al. Brong.*
Trochus striatellus, *Bosq.*
Paludestrina Draparnaudii, *Bosq.* (1).
Paludestrina pupa, *Bosq.*
Rissoina Nystii, *Bosq.* (1).
Rissoa ? Chastelii, *Bosq.* (1).
—— plicata, *Desh.* (1)
Turbonilla lævissima, *Bosq.*
Pyramidella cancellata, *Nyst.*
Nerita concava, *Sow.*
Natica glaucinoides?, *Sow.*
Pleurotoma costellaria, *Duchast.*
Cerithium elegans, *Desh.* (3).
—— subcostellatum, *Schlt.* (6).
C. plicatum, Lamk.
—— incrassatum, *Merian.*
—— lima, *Desh.*
Buccinum Gossardii, *Nyst.*
—— suturosum, *Nyst.*
Cytheridea Mulleri, *Bosq.* (1).
—— Williamsoniana, *Bosq.*
Cythere Jurinei, *Münster.*

Cette liste montre que les seules coquilles abondantes dans cette couche appartiennent à des espèces d'eau douce ou d'eau saumâtre et que la plus fréquente est le *Cerithium subcostellatum.* Selon M. le professeur Forbes, cette couche a été formée dans une partie peu profonde de sa zone périlittorale.

On trouve, en descendant, les marnes et argiles vertes, *c* au tableau prérappelé, qui forment la partie supérieure du système tongrien de M. Dumont. Leur épaisseur est considérable à Lethen, où elle n'a pas moins de 11 mètres, à Vieux-Jonc, à Hénis et dans les autres endroits que j'ai visités ; les fossiles qu'elles contiennent semblent indiquer de fréquentes variations dans la nature douce ou saumâtre des eaux. Quelquefois, par exemple, on rencontre un banc mince presque exclusi-

vement caractérisé par la *Venus incrassatoides* et la *Lucina Thierensii*, puis un lit avec des *Cyrena semistriata*, puis un autre avec des *Cerithium*. J'ai trouvé, par hasard, à Lethen, un galet de silex bien arrondi au milieu de ces argiles et marnes vertes.

Dans la liste suivante des 17 espèces appartenant à cette subdivision, l'abondance relative des 14 espèces les plus communes est indiquée par des nombres qui m'ont été fournis par M. Bosquet. M. Forbes conclut de ces nombres et des fossiles en général que ces argiles ont été déposées dans sa zone péri-littorale, dans le voisinage de l'arrivée d'un courant d'eau douce.

	Abondance relative.		Abondance relative.
Corbula pisum	2	Rissoa plicata	
—— complanata	1	——? Chastelii	1
Corbulomya triangula	2	Rissoina Nystii	2
Cyrena semistriata	4	Pyramidella cancellata	
Lucina Thierensii	2	Natica glaucinoides	1
Tellina Hebertiana	1	Cerithium subcostellatum	5
Venus incrassatoides	5	—— elegans	3
Trochus striatellus		Cytheridea Mulleri	6
Paludestrina Draparnaudii	2		

Nous arrivons maintenant à la partie inférieure du terrain tertiaire du Limbourg ou du système tongrien inférieur, consistant en un sable vert, argileux, de 6 mètres de puissance et auquel appartiennent les 108 fossiles mentionnés à la dernière colonne du tableau VIII; l'*Ostrea ventilabrum* est partout l'espèce la plus commune et la plus apparente. Les couches supérieures de ce dépôt que j'ai vues à Lethen et à Grimittingen, directement recouvertes par les marnes vertes mentionnées ci-dessus, sont caractérisées, selon M. Bosquet, par l'abondance de la *Turritella crenulata*.

Voici, d'après le même, les espèces qu'on rencontre en plus grande quantité dans la partie la plus élevée du système tongrien inférieur.

	Abondance relative.		Abondance relative.
Corbula pisum, *Sow*	1	Ostrea ventilabrum, *Golf.* .	6
Lucina gracilis, *Nyst.*	1	—— cochlear, *Poli*	3
Pectunculus lunulatus, *Nyst.*	1	Dentalium acutum, *Hebert.*	1
Arca sulcicosta, *Nyst.*	2	Turritella crenulata, *Nyst.*	3

Les couches inférieures de la même formation peuvent être observées à Hoesselt près de Klein-Spauwen et à Grimittingen; les fossiles suivants sont ceux que l'on y trouve le plus abondamment.

	Abondance relative.		Abondance relative.
Corbula pisum, *Sow.*	1	Janira (Pecten incurvata, *Bosq.*	1
Crassatella intermedia, *Nyst.*	1	Ostrea ventilabrum, *Goldf.*	5
Isocardia transversa, *Nyst.* .	2	—— cariosa, *Desh.*	3
Cardita latisulca, *Nyst.* . . .	1	—— cochlear, *Poli.*	2
Arca sulcicosta, *Nyst.*	1	Dentalium acutum, *Hebert.*	1
Mytilus Nystii, *Kickx*	3	Voluta suturalis, *Nyst.* . .	1
Pecten reconditus, *Brander.*	2		

M. le professeur Forbes range ces couches dans la partie supérieure de sa zone médiane ou coralline; elles indiquent, d'après lui, un fond boueux situé dans cette même zone à un niveau un peu plus profond que celui où les couches supérieures se sont formées.

L'examen du tableau VIII démontre que sur 106 espèces de mollusques trouvées dans l'étage inférieur des terrains du Limbourg, il n'y en a pas moins de 66 qui lui soient particulières, tandis que 38 espèces seulement se rencontrent aussi dans les étages moyen et supérieur. Toutes ces espèces sont purement marines, à l'exception de la *Corbulomya complanata* que l'on trouve à Lethen dans la partie supérieure de l'étage.

La cause pour laquelle les fossiles de l'étage inférieur sont si distincts de ceux de l'étage moyen, réside sans doute en grande partie dans la différence des stations des mollusques ou de la faune de la zone médiane comparée à celle de la zone périlittorale. Mais le temps peut aussi avoir apporté de grands changements durant la période pendant laquelle la mer et

Le lecteur doit remarquer que la position géographique de la coupe de Louvain B est intermédiaire à celle des deux autres, Louvain n'étant qu'à 7 lieues au sud-est de Rupelmonde et à 13 lieues à l'ouest de Klein-Spauwen. L'identité de l'argile n° 2 dans les coupes A et B est démontrée à la fois par la similitude de leurs caractères minéralogiques, la présence des *septaria* et l'abondance de la *Leda Deshayesiana* dans l'une comme dans l'autre. La relation intime qui existe entre les couches n° 2 en A et en C est établie par le grand nombre d'espèces fossiles qui sont communes à toutes deux, comme cela a été constaté plus haut.

CINQUIÈME PARTIE.

SUR LE LIMON DES ENVIRONS DE KLEIN-SPAUWEN ET LA DÉNUDATION DES COUCHES TERTIAIRES DU LIMBOURG.

Avant de présenter le tableau général des fossiles tertiaires du Limbourg avec les observations auxquelles il donne lieu, je dois dire quelques mots sur la manière dont le limon et les alluvions qui lui sont associés se présentent aux environs de Klein-Spauwen en prenant parfois l'apparence de couches tertiaires régulièrement stratifiées. Près de Lethen, par exemple, on observe la coupe suivante, fig. 3, sur le versant de la vallée du Demer.



A Limon (loess) avec ses caractères ordinaires.
D2 Étage moyen de la série du Limbourg. La partie supérieure est formée de marne verte; l'inférieure X, de sable gris et d'argile et de sable verts non fossilifères.
D3 Étage inférieur de la série précitée. Sable avec *Ostrea ventilabrum*.
a Argile sableuse verdâtre. } Alluvions modernes.
a' Argile sableuse jaunâtre. }

Quand j'ai examiné pour la première fois, avec M. Bosquet, les couches *a, a'*, consistant en argile et en sable verdâtre et contenant des *Corbula pisum*, des *Cerithium subcostellatum*,

des *Cyrena semistriata* et beaucoup d'autres fossiles de l'étage moyen du Limbourg, j'ai cru qu'ils continuaient la série régulière des couches et en constituaient la partie inférieure; mais après notre départ, M. Bosquet fit pratiquer des excavations qui prouvèrent que l'ordre de superposition était tel que nous l'avons figuré dans la coupe précédente. Il a aussi trouvé en lavant l'argile d'alluvion ou limon, *a, a'*, qu'elle renferme plusieurs foraminifères de la craie de Maestricht, tels que *Rosalina depressa*, d'Orb., *Siderolina calcitrapoides*, Lamk. etc.; des bryozoaires du même terrain et des genres *Vincularia, Idmonea, Pustulipora* et d'autres ; enfin quelques entomostracés ; le tout forme 12 espèces crétacées, qui doivent avoir été amenées de la région comprise entre Tongres, Liége et Maestricht ou des sources du Demer près desquelles existe la craie de Maestricht, et ces fossiles auront été mêlés avec ceux des couches tertiaires dénudées. Les eaux du Demer ont dû s'élever de 12 à 15 mètres au-dessus de leur niveau actuel pour avoir pu déposer la partie supérieure de ces alluvions modernes.

On remarque à Hoesselt, dans une position analogue, une couche de galets de silex bien roulés, contenant en abondance de grandes huîtres (*Ostrea ventilabrum*) et d'autres fossiles; elle repose presque horizontalement sur les sables inférieurs, et ne suit pas la pente de l'ancienne vallée creusée dans le terrain tertiaire, qu'elle a comblée en partie. Les coquilles que M. Bosquet y a trouvées ne comprennent pas moins de 49 espèces et appartiennent, pour la plupart, aux étages moyen et supérieur; les dernières sont ordinairement très-roulées, tandis que celles provenant de l'étage inférieur et spécialement les plus petites n'ont souffert que fort peu. Quelques-uns des galets de ce gravier ont de 10 à 12 centimètres de diamètre. A la première vue, le mélange des coquilles d'eau douce et d'eau saumâtre avec des espèces marines roulées, m'a rappelé certaines parties des couches de galets de Woolwich qui appartiennent à l'étage éocène inférieur des environs de Londres.

J'ai rencontré également à Grimittingen et à Neerepen des couches de graviers recouvrant l'étage inférieur et qui sont rapportées par M. Dumont à l'âge du limon. Elles contiennent des *Cyrena*, des *Pectunculus* ainsi que d'autres fossiles variés de l'étage moyen, et ce n'est parfois qu'avec difficulté qu'on peut les distinguer des couches régulières de cet étage dans lesquelles on observe aussi, même où elles n'ont pas été remaniées, des cailloux roulés de silex, comme à Lethen, et des coquilles roulées, comme il a été dit à l'article concernant les sables de Bergh.

A Neerepen, il est encore plus difficile de tracer une ligne de démarcation entre les couches qui font partie du limon et celles qui dépendent du terrain tertiaire fluvio-marin. Ces deux formations sont en évidence dans un chemin creux. Le limon, dans sa partie supérieure, consiste en une argile fine de couleur gris-jaunâtre, comme dans la vallée du Rhin; c'est le seul point de la Belgique ou j'y ai trouvé la *Succinea oblonga* qui le caractérise si généralement dans ladite vallée, et l'*Helix plebeia* ou *hispida*. Plus bas ces coquilles terrestres se retrouvent encore dans une couche où abondent des *Cerithium* entiers et d'autres coquilles tertiaires; ces fossiles sont si intimement mélangés qu'aucun géologue visitant la localité pour la première fois, ne pourrait supposer qu'ils sont d'âges différents. M. Bosquet a trouvé en cet endroit une dent d'éléphant, longue de 60 centimètres, qui se trouvait logée en partie dans le limon, en partie dans la couche remplie de cerithium et de fossiles tertiaires. En-dessous de celle-ci se trouve un lit de graviers, de $0^{m},90$ à $1^{m},20$ d'épaisseur, renfermant la *Corbula pisum*, le *Pectunculus pilosus*, la *Corbulomya triangula*, la *Cyrena semistriata* et plusieurs espèces de *Cerithium*; ce lit a toute l'apparence d'un dépôt tertiaire en place, mais il est probablement, comme celui de Hoesselt, d'une origine plus récente.

SIXIÈME PARTIE.

TABLEAU DES FOSSILES TERTIAIRES DU LIMBOURG.

Le tableau qui va suivre m'a été communiqué par M. Bosquet; j'y ai ajouté une colonne pour les espèces de Rupelmonde données plus en détail dans le tableau VII. Une grande partie des mollusques ont été comparés par moi à Londres aux fossiles de l'Angleterre, avec le concours de MM. Morris, Edwards, E. Forbes et d'autres paléontologistes distingués.

Tableau VIII.

FOSSILES DE RUPELMONDE ET DE KLEIN-SPAUWEN, OU DES TROIS ÉTAGES DES TERRAINS TERTIAIRES DU LIMBOURG.

	Terrains tertiaires du Limbourg			
	Étage supérieur.			
	Argile de Rupelmonde.	Argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen.	Étage inférieur.
Radiaires.				
1. Turbinolia sulcata, *Lam.*				*
2. Dendrophyllia amica, *Milne-Edw. et Haime.*				*
				2
Mollusques.				
1. Clavagella tibialis?, *Lamk.*				*
2. Pholas cylindrica?, *Sow.*			*	
3. Solen ensis, var. *b*, minor, *Lamk.*			*	
4. Leguminaria papyracea, *d'Orbigny* (*Desh.*)				*
5. Solecurtus compressus, *Nyst.* *Sanguinolaria compressa*, Sow.			*	*
6. —— appendiculatus, *Nyst* (*Lamk.*)			*	

Tableau VIII. (Suite.)

	Terrains tertiaires du Limbourg			
	Étage supérieur.			
	Argile de Rupelmonde.	Argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen	Étage inférieur.
7. Panopæa Hebertiana, *Bosq.* . . . . . . *P. intermedia,* Nyst, non Desh.	. . .	. . .	•	
8. Mya angustata?, *Sow.*	. . .	. . .	•	
9. Lutraria oblata?, *Sow.** . . . . *Thracia oblata,* Morris.	•			
10. Corbulomya complanata, *Nyst* (*Sow.*)	. . .	•	•	•
11. —— triangula, *Nyst.* (*Duchast.*). . .	. . .	. . .	•	
12. Corbula Henckeliusiana, *Nyst.* . . .	. . .	. . .	•	•
13. —— pisum, *Sowerby.*	•	. . .	•	•
14. Corbula striata, *Lamarck*	. . .	. . .	•	•
15. —— fragilis, *Nyst.*	. . .	. . .	. . .	•
16. Crassatella intermedia, *Nyst*	. . .	. .	. . .	•
17. Astarte Henckeliusiana, *Nyst.*	. . .	. . .	•	
18. —— Omalii, *Laj.*, var. D., *Bosquet.* .	. . .	. . .	•	•
19. —— trigonella, *Nyst.*	. . .	. . .	•	
20. —— Bosquetii, *Nyst.*	. . .	. . .	•	•
21. —— Kickxii, *Nyst*, var. B., *Bosq* .	•	.	. . .	•
22. —— plicatella, *Bosq.*	. . .	. .	. . .	•
23. Erycina neglecta, *Nyst.*	. . .	. . .	•	
24. —— striatula, *Nyst*	•			
25. Ligula fragilis, *Bosq.*	. . .	. . .	•	•
26. —— brevis, *Bosq.*	. . .	. . .	. . .	•
27. Psammobia rudis, *Lamk.*	. . .	. . .	•	
28. Tellina Hebertiana, *Bosq*	. . .	. . .	•	
29. Lucina gracilis, *Nyst.*	. . .	. . .	. . .	•
30. —— Thierensii, *Hébert.* . . . . *L. albella,* Nyst.	. . .	. . .	•	
31. —— tenuistria, *Hébert.* . . . . *L. uncinata,* Nyst.	. . .	•	•	
32. —— lepida, *Bosq.* . . . . *L. divaricata,* Nyst.	. . .	. . .	•	
33. —— striatula, *Nyst.*	. . .	. . .	•	

Tableau VIII. (Suite.)

	Terrains tertiaires du Limbourg. Étage supérieur. Argile de Rupelmonde.	Argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen.	Étage inférieur.
34. Diplodonta apicalis, *Philip.*				*
D. parvula, Nyst.				
35. Axinus Nystii, *Philip.*	*	*		*
A. angulatus, De Kon.				
Lucina Goodhallii?, Sow.				
36. Cyrena semistriata, *Desh.*			*	
37. Cyprina Nystii, *Hébert.*			*	
C. scutellaria, Nyst.				
38. — islandica var. *a*, *Nyst?*		*	*	
39. Venus sublævigata, *Nyst.*				*
40. —— sulcataria, *Nyst.*		*		*
V. Bosquetii, Hébert.				
41. —— lævigata, *Nyst.* (*Lamk.*)			*	*
42. —— Kickxii, *Nyst*			*	
43. —— incrassata, *Sow.*	*	*	*	*
44. —— incrassatoides, *Nyst.*			*	
45. —— Westendorpii, *Nyst.*			*	
46. Cardium hippopæum, *Desh.*				*
47. —— porulosum, *Brander.*				*
48. —— tenuisulcatum, *Nyst.*			*	*
49. —— elegans, *Nyst.*				*
50. —— Raulini, *Hébert.*			*	
51. —— scobinula, *Mérian.*			*	
C. striatulum, Nyst.				
52. Isocardia transversa, *Nyst.*				*
53. —— multicostata, *Nyst.*				*
54. —— carinata, *Nyst.*				*
55. Cypricardia pectinifera, *Morr.* (*Sow*).				*
56. Cardita latisulca, *Nyst.*				*
57. —— Omaliana, *Nyst.*			*	
58. —— Kickxii, *Nyst.*	*			
C. globosa, Sow.?				

Tableau VIII. (Suite.)

	Terrains tertiaires du Limbourg.			
	Étage supérieur.			
	Argile de Rupelmonde.	Argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen.	Étage inférieur.
59. Leda Galeottiana, *Bosq.* (*Nyst*)				*
60. —— Westendorpii, *Bosq.* (*Nyst.*)			*	
61. —— Deshayesiana	*			
62. Nucula similis, *Sow.*				*
63. —— subtransversa, *Nyst.*			*	
64. —— Lyelliana, *Bosq.*		*		
65. —— Archiacana, *Nyst*	*			
66. —— Chastelii, *Nyst*	*			
67. Limopsis scalaris, *Bosq.* (*Nyst*)				*
68. —— auritoides, *Bosq.* (*Galeotti*)				*
69. —— Goldfussi, *Bosq.* (*Nyst.*)			*	
70. Pectunculus fossilis, *De Koninck.* *P. terebratularis*, Lamk.			*	
71. —— pulvinatus, *Nyst*, non *Lamk.*			*	
72. —— lunulatus, *Nyst.*				*
73. —— nummarius?, *Lamk.*				*
74. Arca sulcicosta, *Nyst.*				*
75. —— decussata, *Nyst* *A. multistriata*, De Kon.	*			
76. Mytilus Nystii, *Kickx.*				*
77. —— corrugatus?, *Brongn*			*	
78. —— fragilis, *Nyst.*			*	
79. —— Faujasii, *Brongn.*			*	
80. Dreissena Basteroti, *Nyst* (*Desh.*)			*	
81. Pinna affinis?, *Sow.*				*
82. Pecten reconditus, *Nyst.* (*Brander*)				*
83. —— corneus, *Sow.*				*
84. —— Deshayesii, *Nyst.*			*	
85. —— tigerinus, *Müller*, var. F. *P. novemcostata*, Bosq.			*	
86. —— Hoëninghausii, *Def.* *Janira Hoëninghausii*, Bosq.	*		*	*

Tableau VIII. (Suite.)

	Terrains tertiaires du Limbourg. Étage supérieur. Argile de Rupelmonde.	Argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen.	Étage inférieur.
87. **Pecten Ryckholtii,** ***Nyst***	*			
88. —— incurvatus, *Nyst*				*
Janira incurvata, Bosq. (Nyst).				
89. Spondylus auriculatus, ***Nyst***				*
90. —— Buchii, *Philip.*				*
91. Anomia orbiculata?, ***Brocchi***				*
92. **Ostrea** cochlear? *Poli.*				*
93. **Ostrea** ventilabrum ***Goldf.***				*
94. —— **cariosa**, ***Desh.***				*
95. —— gigantea, ***Brander***			*	
96. —— bellovacina? *Lamk*			*	
97. —— paradoxa, *Nyst.*	*			
98. Dentalium Kickxii, *Nyst*	*			
99. acutum *Hébert*			*	*
D. grande, Nyst, non Desh.				
100. fissura, ***Lamk***			*	*
101. Emarginula Nystiana, *Bosq.*			*	*
102. Capulus cornu-copiæ, *Bronn* (*Defr.*).			*	*
103. Infundidulum striatellum, *Bosq.* (*N.*).		*	*	*
104. —— lævigatum, *Bosq* (*Desh.*).			*	
105. Solarium Dumontii, *Nyst.*				*
106. Phorus extensus? ***Pusch.***				*
107. —— Lyellianus, *Bosq.*	*		*	
Trochus agglutinans, Nyst.				
108. Trochus Kickxii, *Nyst.*			*	
109. striatellus, ***Bosq.***			*	
110. Scalaria costulata *Nyst.*			*	
111. nov sp.	*			
112. **Ampullaria mutabilis,** ***Nyst,*** **non** ***Brander.***			*	*
Globulus, **Sow.**				
113. **Turritella crenulata,** ***Nyst.***				*

Tableau VIII. (Suite.)

	Terrains tertiaires du Limbourg			
	Étage supérieur.			
	Argile de Rupelmonde.	Argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen	Étage [inférieur]
114. Turritella planispira, *Nyst*	...	...	...	*
115. Paludestrina Draparnaudii, *Bosq.*	...	...	*	
Paludina, Nyst.				
116. —— pupa, *Bosq.* (*Nyst.*)	...	...	*	
117. Rissoina Nystii, *Bosq.* (*Duchast.*)	...	...	*	
Melania Nystii, Nyst.				
118. Rissoa? Chastelii, *Bosq.*	...	...	*	
Paludina Chastelii, Nyst.				
119. Rissoa plicata, *Desh.*	...	...	*	
R. violacea?, Frémin et Desmar.				
120. —— Duboisii, *Nyst.*	...	...	*	
121. — succincta, *Nyst.*	...	...	*	
122. Actæon (Tornatella) simulatus, *Sow.* (*Brander*)	*	...	*	*
123. Turbonilla lævissima, *Bosq.*	...	...	*	
Tornatella acicula, Nyst, non Desh.				
124. —— spina, *D'Orbigny* (*Desh*)	...	...	*	
125. Pyramidella cancellata, *Nyst.*	...	...	*	*
126. Niso terebellata, *Bronn*	...	...	...	*
127. Nerita concava, *Nyst.* (*Sow.*)	...	...	*	
128. Natica glaucinoides, *Sow.*	*	*	*	
129. —— hantoniensis, *Sow*	...	...	*	*
130. —— hemiclausa?, *Sow*	...	...	*	
131. Sigaretus canaliculatus, *Sow*	...	...	...	*
132. Bulla Sowerbyi, *Nyst*	...	...	...	*
133. —— utricula, *Brocchi*	...	...	..	*
134. —— acuminata, *Brug.*	...	...	...	*
135. —— constricta?, *Sow*	...	...	*	
136. Limneus fabulum?, *Al. Brong*	...	...	*	
137. Planorbis rotundatus?, *Brong*	...	...	*	
P. corneus?, Drap.				
138. —— depressus, *Nyst.*	...	..	*	

Tableau VIII. (Suite.)

	Terrains tertiaires du Limbourg			
	Étage supérieur.			
	Argile de Rupelmonde.	Argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen.	Étage inférieur.
139. Cancellaria elongata, *Nyst*				*
140. —— quadrata, *Sow*				*
141. —— evulsa, *Sow.* (*Brander.*)	*		*	*
142. —— granulata, *Nyst*			*	
143. Turbinella pyruliformis, *Nyst*				*
144. Cordieria Delucii, *Bosq.* (*Nyst*)				*
145. **Fusus elongatus**, ***Nyst***	*	*	*	*
146. —— multisulcatus *Nyst*	*		*	*
F. trilineatus, Sow				
147. —— Burdigalensis, *Bosq.* (*Bast.*)				*
148. —— scalariformis, *Nyst*				*
149. —— Deshayesii, *De Kon.*	*	*	*	
150. —— erraticus, *De Kon.*	*			
151. —— Koninckii *Nyst*	*			
152. —— Waelii, *Nyst*	*			
F. regularis, De Kon				
153. —— Staquiezii, *Nyst*	*			
F. scalaroides, De Kon.				
154. Pyrula decussata, *Bosq*				*
P nexilis, Nyst, non Desh.				
155. elegans *Lamk*			*	
156. Pleurotoma turbida *Nyst* (*Brander*)		*		*
157. —— crenata, *Nyst*	*	*	*	
P. subdenticulata, Goldf.				
158. —— Waterkeynii, *Nyst*	*		*	*
159. —— belgica, *Goldf.*			*	
160. —— Bosquetii, *Nyst*	*		*	*
161. —— conoidea, *Nyst* (*Brander*)				*
162. —— Selysii, *De Kon.*	*			*
163. —— Dumontii, *Nyst*				*
164. —— semi-colon?, *Nyst* (*Sow.*)				*
165. —— **acuticosta**, ***Nyst***				*

Tableau VIII. (Suite.)

	Terrains tertiaires du Limbourg. Étage supérieur. Argile de Rupelmonde	Terrains tertiaires du Limbourg. Étage supérieur. Argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen.	Étage inférieur.
166. Pleurotoma costellaria, *Duchast*			*	
167. —— Morrenii, *De Kon.*	*			
168. —— Koninckii, *Nyst.*	*			
169. —— flexuosa, *Goldf.*	*	*	*	
P. acuminata, Nyst (non Sow.).				
170. Cerithium elegans, *Desh.*			*	
C. margaritaceum, Nyst, non Brocchi.				
171. —— subcostellatum, *Schloth.*			*	
C. plicatum, Lamk.				
C. Galeottii, Nyst.				
172. —— incrassatum, *Meriam*			*	
C. tricinctum, Nyst.				
173. —— lima, *Desh.*			*	
174. —— Henckeliusii, *Duchast.*			*	
175. Murex Deshayesii, *Duchast.*	*	*	*	*
176. —— fusiformis, *Nyst*				*
177. —— brevicauda, *Hébert*				*
M. tricarinatus, Nyst.				
178. —— Pauwelsii, *De Kon.*	*			
179. Typhis tubifer, *Montf.*				*
180. —— cuniculosus, *Nyst.*	*	*	*	*
T. muticus, Sow.?				
181. Triton argutum, *Brander.*	*	*	*	*
T. flandricum, De Kon.				
182. Rostellaria ampla, *Brander.*				*
R. macroptera, Lamk.				
183. —— fissurella, *Lamk.*				*
184. —— Sowerbyi, *Mant.*	*	*	*	
Chenopus Sowerbyi, Philippi.				
—— *Margerini*, De Kon.				
185. Cassidaria (Morio) depressa, *V. Buch.*	*	*	*	*

Tableau VIII. (Suite.)

	Terrains tertiaires du Limbourg.			
	Étage supérieur.			
	Argile de Rupelmonde.	Argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen.	Étage inférieur.
186. Cassidaria ambigua, *Nyst*.	...	...	...	*
187. calanthica *V. Buch*.	*			
188. Buccinum Gossardii, *Nyst*.	...	*	*	*
189. —— desertum?, *Brander*.	...	...	*	
190. —— suturosum, *Nyst*	...	...	*	
191. Conus Brocchii?, *Bronn*	...	...	...	*
192. —— lineatus?, *Brander*	...	...	...	*
193. Voluta suturalis, *Nyst*.	...	...	*	*
194. —— cingulata, *Nyst*.	...	...	...	*
195. —— Rathieri, *Hébert*.	...	*	*	
V. depressa, Nyst, non Lamk.				
196. —— semigranosa, *Nyst*.	...	...	...	*
197. —— semiplicata, *Nyst*.	*	*		
198. —— Terebellum fusiforme?, *Lamk*.	...	...	...	*
199. Ancillaria canalifera, *Lamk*.	...	...	...	*
200. buccinoides *Lamk*.	...	...	...	*
201. Nautilus ziczac, *Sow*	*			
Aturia ziczac, Bronn.				
	43	21	106	106
ANNÉLIDES.				
Serpula turbinata?, *Philippi*.	...	...	...	*
Galeolaria trochoides, *Nyst*.	...	...	...	*
Cyclolites, Nyst.				
				2
CIRRIPÈDES.				
Balanus, esp. non déterm.	...	...	*	
			1	

Tableau VIII. (Suite.)

	Terrains tertiaires du Limbourg. Étage supérieur: Argile de Rupelmonde.	Étage supérieur: Argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen.	Étage inférieur.
ENTOMOSTRACÉS.				
Cytherella compressa, *Bosq.* (*Münster*)	•	•		
Bairdia punctatella, *Bosq.*		•		
—— marginata, *Bosq.*		•		
—— lithodomoides, *Bosq.*		•		
Cytheridea Mulleri, *Bosq.* (*Münster*)		•	•	
—— papillosa, *Bosq.*		•		
—— Williamsoniana, *Bosq*			•	
Cythere scrobiculata, *Münster*		•		
—— striato-punctata, *Bosq.* (*Roemer*)				•
—— Jurinei, *Münster*			•	•
—— plicata, *Münster*		•		
—— Nystiana, *Bosq.*		•		
—— Reussiana, *Bosq*		•		
—— ceratoptera, *Bosq*	•	•		
—— Lyelliana, *Bosq*	•			
	3	11	3	2
POISSONS.				
Myliobates (Ætobates?), esp. non déterm.			•	
Notidanus primigenius, *Agass*	•		•	
Galeocerdo minor, *Agass*	•		•	
Lamna contortidens, *Agass*			•	
—— cuspidata?, *Agass*	•		•	
—— compressa?, *Agass.*	•			
—— elegans, *Agass.*	•			
Otodus obliquus, *Agass*	•			
Oxyrhina xiphodon, *Agass*	•			
—— trigonodon, *Agass*	•			
—— Desorii?, *Agass*	•			
Carcharodon angustidens, *Agass.*	•			
—— heterodon, *Agass.*	•			
	11		5	

Tableau IX.

INDIQUANT LE NOMBRE RELATIF D'ESPÈCES DE MOLLUSQUES FOSSILES DES DIFFÉRENTES DIVISIONS DES TERRAINS TERTIAIRES DU LIMBOURG ET LES ESPÈCES COMMUNES A PLUSIEURS DIVISIONS.

	ÉTAGE SUPÉRIEUR. A ou argile de Rupelmonde.	ÉTAGE SUPÉRIEUR. B ou argile à Nucules de Bergh.	Étage moyen.	Étage inférieur.
Nombre total d'espèces	43	21	106	106
Nombre des espèces particulières à chaque étage.	20	1	65	68

	A et B.	A et l'étage moyen.	B et l'étage moyen.	A et l'étage inférieur.	B et l'étage inférieur.	Étages supérieur et moyen.	Étages supérieur et infér.	Étages moyen et infér.
Espèces communes	12	19	16	17	12	25	22	33

Tableau X.

FOSSILES COMMUNS AUX TERRAINS TERTIAIRES DU LIMBOURG ET AUX DÉPÔTS ÉOCÈNES DE L'ANGLETERRE.

(Les lettres S, M et I indiquent respectivement les étages supérieur, moyen et inférieur des terrains tertiaires du Limbourg.)

		DIVISIONS dans le Limbourg.	ANGLETERRE ET AUTRES LOCALITÉS.
1.	Clavagella tibialis?	I.	Calcaire grossier
	Leguminaria papyracea. . .	I	Calcaire grossier
	Solecurtus compressus . . .	M. I	Form. mar. supér , Barton. Brackleshaam.
	Mya angustata?	M.	Form. m sup. Ile de Wight.
5.	Lutraria oblata?	S.	Pegwell Bay; Herne Bay; Bogn.
	Corbula pisum.	S. M. I.	Barton; Bracklesham
	—— striata	M. I.	Barton.
	Psammobia rudis	M.	Barton: Calc. gross.
	Lucina Thierensii.	M.	Form. mar. sup., Hants.
10	Diplodonta apicalis	I.	Barton (esp très-voisine, mais non identique — *Morris*.
	Axinus Nystii	S M. I.	Arg. de Londres, Highgate.
	Cyrena semistriata	M.	Form. mar. sup., Ile de Whigt
	Venus lævigata	M. I.	Barton ; Calc. gross
	—— sulcataria	S. I.	Bracklesham (MM. Morris et Edwards ne trouvent aucune différence pour l'espèce).
15.	—— incrassata et variétés.	S. M I.	Form. mar. sup., Hants?
	Venus Kickxii.	M.	Barton?
	Cardium hippopæum . . .	I.	Bracklesham; Calc. gross.
	—— porulosum	I	Bracklesham.

		DIVISIONS dans le Limbourg.	ANGLETERRE ET AUTRES LOCALITÉS.
	Cypricardia pectinifera. . .	I	Barton.
20.	Cardita Kickxii?	S.	Barton.
	Nucula similis	I.	Barton ; Highgate.
	Limopsis scalaris	I.	Barton
	Pectunculus fossilis	M.	Bracklesham.
	Mytilus Faujasii	M.	Form. mar. sup.
25	—— corrugatus?	M.	Vicentin, Eocène.
	Dreissena Basteroti	M.	Form. mar. sup.
	Pinna affinis ?	I	Bognor ; Highgate
	Pecten reconditus.	I.	Barton
	—— corneus.	I.	Bracklesham.
30.	Ostrea cariosa	I.	Calc. gross.
	—— gigantea	M	Barton.
	—— bellovacina?	M.	Woolwich; Terr. tert. inférieur.
	Capulus cornucopiæ	M. I.	Bracklesham ; Calc. gross.
	Infundibulum lævigatum. .	M.	Calc gross.
35.	Phorus extensus	I.	Barton ; Calc gross.
	Ampullaria mutabilis. . . .	M. I	Barton et Form. mar. sup.
	Paludestrina Draparnaudii .	M.	Form. mar sup., Hants.
	—— pupa	M.	Form. mar. sup.
	Rissoina Nystii.	M.	Form. mar. sup., Hants.
40.	Rissoa? Chastelii	M.	Form. mar. sup., Hants.
	Actæon simulatus	S M. I.	Barton ; Highgate.
	Turbonilla spina.	M.	Calc. gross.
	Niso terebellata	I.	Bracklesham.
	Nerita concava	M.	F. m. sup., Hants ; Calc. gross.
45	Natica glaucinoides	S. M.	Barton ; Bracklesham.
	—— hantoniensis.	M. I.	Barton ; Bracklesham.
	Sigaretus canaliculatus . . .	I.	Barton.
	Bulla acuminata.	I.	Barton.
	—— constricta	M.	Barton ; Calc. gross.
50.	Limneus fabulum	M.	Form. d'eau douce, île de Wight.
	Planorbis rotundatus . . .	M.	Form. d'eau douce, île de Wight.
	Cancellaria evulsa.	S. M I.	Barton ; Calc. gross.
	—— quadrata.	M	Barton.
	Fusus multisulcatus.	S M. I	Highgate? ; Calc gross.?
55.	—— scalariformis	I.	Barton.
	Pyrula elegans.	M.	Calc. gross.
	Pleurotoma turbida	S. I.	Barton.
	—— flexuosa	S. M.	Barton.
	—— crenata.	S. M.	Barton.
60.	—— Selysii	S. I	Highgate.
	—— semicolon?.	I.	Barton ; Highgate.
	—— conoidea	I.	Barton.
	Cerithium elegans.	M.	Barton.
	—— lima.	M.	Form. mar. sup.
65.	—— plicatum	M.	Form. mar. sup.
	—— incrassatum	M.	Form mar. sup., Hants
	Typhis cuniculosus	S. M. I.	Barton?
	Triton argutum	S M. I.	Barton, Highgate.
	Rostellaria ampla	I.	Barton.
70.	—— fissurella	I.	Barton ; Calc. gross.
	—— Sowerbyi	S M.	Highgate.
	Cassidaria ambigua	I.	Barton.
	Buccinum Gossardii	S. M. I.	Barton
	—— desertum.	M.	Barton.
75.	—— suturosum	M.	Barton.
	Conus lineatus?	I	Barton.
	Terebellum fusiforme? . . .	I	Barton ; Bracklesham
	Ancillaria canalifera	I.	Barton.
	—— buccinoides	I.	Barton ; Calc. gross.
80.	Nautilus ziczac.	S.	Highgate ; Sheppey.

SEPTIÈME PARTIE.

CLASSEMENT DES TERRAINS TERTIAIRES DU LIMBOURG. DOIVENT-ILS ÊTRE RANGÉS DANS LA PÉRIODE ÉOCÈNE SUPÉRIEURE OU DANS LA PÉRIODE MIOCÈNE INFÉRIEURE?

Les raisons que j'avais d'abord pour ne pas regarder comme miocènes les couches marines supérieures du bassin de Paris. qu'on appelle ordinairement *sables de Fontainebleau*, etc. et la formation supérieure marine et d'eau douce de l'île de Wight, sont au nombre de trois.

1° On y trouve un grand nombre de coquilles identiques avec celles du calcaire grossier, de l'argile de Barton et d'autres dépôts éocènes, et en même temps, la faune offre, dans son aspect général, plus d'analogie avec la faune des couches inférieures qu'avec celle des terrains tertiaires supérieurs.

2° Cette faune est très-différente de celle des faluns de la Touraine, qui contiennent plus de 300 espèces de coquilles et que je considère comme le type des formations miocènes;

3° La proportion des espèces vivantes ne me paraît pas sensiblement plus grande que celle observée dans l'ensemble des couches éocènes.

Les géologues seront à même, par l'inspection des tableaux donnés précédemment, de se prononcer sur cette question. Ils y verront que sur 201 espèces de mollusques du Limbourg, il y en a 80 d'identiques avec des fossiles que les géologues anglais considèrent comme éocènes. Même en omettant 17 espèces dont 15 se rencontrent dans la formation marine supérieure du Hampshire et 2 dans les dépôts d'eau douce qui leur sont associés, il reste encore 63 espèces éocènes. Si nous excluons dix de ces espèces dont l'identification est douteuse, faute de moyens suffisants de comparaison, il nous en reste encore 53. Je ne suis cependant nullement disposé à rejeter la formation marine du Hampshire de la période éocène, le nombre des espèces qui lui sont communes avec l'argile de Barton étant considérable, comme l'ont démontré des recherches anciennes et récentes et spécialement celles du docteur Wright.

Si nous examinons maintenant les 52 espèces de l'étage supérieur du Limbourg, nous en trouvons 19 qui peuvent être regardées comme identiques avec des fossiles éocènes de l'Angleterre, une seule d'entre elles, la *Venus incrassata*, étant admise comme se trouvant dans la formation marine supérieure du Hampshire. Deux autres espèces ne peuvent être acceptées qu'après une étude plus complète.

Sur 106 espèces de l'étage moyen, 48 appartiennent aussi à la formation éocène de l'Angleterre, mais ceux qui ne rangent pas dans cette formation les couches du Hampshire, doivent en retrancher 13. Même après cette déduction et celle de deux espèces également douteuses, on voit que le tiers de la faune de cet étage se retrouve dans des dépôts éocènes non douteux.

Enfin, sur 106 fossiles de l'étage inférieur, 44 se retrouvent dans les terrains éocènes de l'Angleterre et dans les parties bien connues des mêmes terrains de la France. Un seul de ces derniers, la *Venus incrassata*, devrait être exclu comme se rencontrant seulement dans la formation marine de Hants. Si nous retranchons 5 autres espèces comme douteuses, faute de moyens suffisants de comparaison, il reste 38 espèces éocènes ou plus d'un tiers, ce qui offre une analogie aussi grande que celle que l'on trouve ordinairement, en comparant entre elles les grandes divisions de la formation éocène en France et en Angleterre, par exemple les couches de Barton avec celles de Highgate, ou le calcaire grossier avec les sables inférieurs du Soissonnais (1).

(1) Après la publication de ce mémoire dans les *Transactions de la Société géolog. de Londres*, le docteur E. Forbes a découvert, près de Yarmouth, dans l'île de Wight, un dépôt auquel il a attribué le même âge qu'aux couches du Limbourg, et qui contient en grande abondance quelques-uns des fossiles les plus caractéristiques de Klein-Spauwen. Il a appelé ce dépôt *Série de Hempstead*, et l'a classé dans la période éocène supérieure pour des raisons semblables à celles rappelées ci-dessus, ce qui engage M. Lyell, dans la nouvelle édition de son *Manuel de géologie*, à maintenir sa manière de voir quant aux couches du Limbourg, malgré l'opinion contraire de quelques géologues qui rangent ces couches dans la partie inférieure de la période miocène. Voir, à ce sujet, l'ouvrage précité, 5e éd., 1re partie, 1856, pages 170, 297 et 303 de la traduction française. (*Les trad.*)

Il est naturel de trouver un plus grand nombre de fossiles éocènes anciens dans l'étage inférieur du Limbourg que dans l'étage supérieur. Sur 19 coquilles de ce dernier, reconnues identiques avec des espèces éocènes, il en est 11 qu'on rencontre dans l'argile de Barton, c'est-à-dire dans la partie la plus élevée de la série des terrains éocènes de l'Angleterre. Quand, dans mes *Principes de géologie*, j'ai rangé le bassin de Mayence dans la formation miocène, ma classification était défectueuse sous ce rapport, car M. De Koninck m'a indiqué, en 1850, les raisons qu'il avait depuis plusieurs années, d'admettre qu'une grande partie des fossiles de Mayence correspondait à ceux de Rupelmonde et du Limbourg (1). M. Bosquet m'a fait remarquer depuis, que cette concordance a lieu avec l'étage moyen et non avec l'étage inférieur du Limbourg.

On peut voir dans la notice déjà mentionnée de M. Hébert (2), qu'il énumère 24 espèces de coquilles de l'argile à *Ostrea cyathula* et des sables de Fontainebleau, trouvées à Paris, à Étampes, et dans d'autres localités de la France, comme étant positivement identiques avec des fossiles du Limbourg et de Rupelmonde. Toutes ces espèces ont été trouvées dans les étages moyen et supérieur du Limbourg et 9 seulement dans l'étage inférieur, ce qui provient en partie de la présence dans les premiers, d'espèces d'eau douce. Des 24 espèces prémentionnées, 4 sont communes à l'argile de Rupelmonde (ou 4 sur 43) et 9 à l'étage inférieur du Limbourg (ou 9 sur 106), de sorte que les rapports de ces espèces prises dans leur ensemble avec celles des divisions supérieure et inférieure des formations de la Belgique, toutes deux marines, ne paraissent pas différer essentiellement.

Je n'ai rencontré de *Nummulites* dans aucune des couches éocènes supérieures de la Belgique, ni à Rupelmonde, ni à

(1) Voir mon *Manuel de géologie*, 1851, p. 177, où j'ai mentionné la concordance existant entre les dépôts de la Belgique et de Mayence et ceux de Hermsdorf près de Berlin.

(2) *Bullet. de la soc. géol. de Fr.* t. VI, p. 459, 1849.

Kleinspauwen. Dans ce pays, comme en Angleterre et en France, elles semblent caractériser l'étage éocène moyen et ne pas se rencontrer dans les parties supérieure et inférieure de cet étage; les observations de M. D'Archiac l'avaient déjà amené pour la France à un résultat correspondant (*e*).

Il nous reste à examiner la proportion des espèces encore vivantes sur les 201 mollusques fossiles du Limbourg. Je puis affirmer avec certitude que cette proportion n'est pas plus grande que dans les formations éocènes plus anciennement reconnues. La liste suivante présente les fossiles qu'on croit identiques avec des coquilles vivantes :

1. Cyprina islandica?, var.
2. Rissoina Nystii.
3. Rissoa violacea? *R. plicata.*
4. Planorbis corneus? *P. rotundatus?*
5. Limneus fabulum?
6. Solen ensis, var.?
7. Ostrea cochlear.

Jugeant d'après une valve de la *Cyprina* mentionnée ci-dessus, qui m'a été donnée par M. Bosquet, le professeur Forbes pense que cette coquille diffère de l'espèce vivante,

(*e*) M. Lyell fait évidemment erreur en affirmant que les *Nummulites* caractérisent exclusivement en France, la partie moyenne des terrains éocènes, puisque certaines couches des Pyrénées correspondant à l'argile à lignites du Soissonnais, (*étage suessonien* de M. Alcide d'Orbigny) laquelle, d'après M. Lyell lui-même est bien l'équivalent de son terrain éocène inférieur ou de l'argile de Londres proprement dite, sont composées entièrement de *Nummulites planulata*, et que l'on y rencontre presque partout et en abondance les espèces suivantes : *N. scabra*, Lamk ; *N. globularia*, Lamk ; *N. nummularia*, D'Orb. Bruguières. ; *N. planulata*, D'Orb. Lamk ; *N. nummiformis*, Defr. ; *N. lenticularis*, D'Orb. Fichtel et Moll. ; *N. spissa*, Defr. ; *N. rotula*, Grattel. ; *N. mamilla*, D'Orb. Fichtel et Moll. Les fossiles de ce genre sont déjà moins nombreux dans le calcaire grossier de Paris (étage parisien de M. D'Orbigny); où ils ne sont plus représentés que par trois espèces : *N. lævigata*, Lamk. *N. striata*, D'Orb. Bruguière et *N. variolaria*, D'Orb. Lamk. ; ils disparaissent totalement dans les couches éocènes supérieures, telles que les sables de Fontainebleau et les dépôts du Limbourg.

Le genre *Nummulites* paraît donc avoir commencé et avoir eu son *maximum* de développement spécifique, ainsi que sa plus grande énergie vitale, dans les premières assises des terrains tertiaires pour se perdre ensuite graduellement sans dépasser les dépôts parallèles au calcaire grossier de Paris. (*Les trad.*)

parce que l'impression musculaire est plus grande et que l'impression palléale est différente. La *Rissoa plicata*, Desh., paraît à M. Bosquet parfaitement identique avec la *R. violacea*, Frem. et Desm., qui est une coquille de la Méditerranée, mais M. Forbes, après une comparaison attentive, n'a pu admettre cette identification, et il fait remarquer, en ce qui concerne les genres *Rissoina* et *Rissoa*, que les meilleurs naturalistes sont si peu unanimes sur la valeur des caractères spécifiques de quelques-unes des espèces vivantes les plus communes, telles que la *Rissoa balthica*, qu'il peut être téméraire d'essayer d'identifier des fossiles appartenant à ce genre avec des mollusques vivants quand ces fossiles appartiennent à une faune décidément éteinte. La même remarque s'applique au *Limneus*, au *Planorbis* et à l'*Ostrea*. Je n'ai pas de moyens de comparaison quant au *Solen* cité par M. Nyst. Deux ou trois espèces d'entomostracés, telles que la *Bairdia lithodomoides* et la *Cytheridea Mulleri*, d'après l'autorité de M. Bosquet, ne peuvent pas être distinguées des espèces vivantes. De semblables identifications ne peuvent avoir d'influence sur les données sur lesquelles j'ai fondé primitivement ma classification des terrains tertiaires, données exclusivement basées sur les mollusques fossiles.

En ce qui regarde les faluns de la Touraine, quoiqu'ils contiennent plus de 300 espèces de coquilles, il y en a à peine quelques-unes qui soient identiques avec celles du Limbourg, en sorte que l'analogie de celles-ci avec les types éocènes plutôt qu'avec ce que j'ai toujours regardé comme miocène, est frappante.

CHAPITRE VI.

Terrain éocène moyen ou éocène nummulitique de la Belgique et de la Flandre française. Systèmes laekenien, bruxellien et ypresien, étage supérieur, Dumont.

Le groupe de couches tertiaires que nous avons rencontré ensuite inférieurement en Belgique, et comprenant les sys-

tèmes laekenien, bruxellien et ypresien de M. Dumont, correspond pour la plus grande partie, si pas entièrement, aux couches de Barton, de Bagshot et de Bracklesham des bassins de Londres et du Hampshire, ainsi qu'aux *sables moyens*, au *calcaire grossier* et à une partie des *sables inférieurs* du bassin parisien. Les deux cantons où j'ai surtout étudié ce groupe de couches sont les environs de Bruxelles et ceux de Cassel dans la Flandre française.

PREMIÈRE SECTION.

Couches tertiaires éocènes de la montagne de Cassel, du Mont-Noir et de la montagne de Boeschepe.

Je décrirai d'abord les environs de Cassel, parce que quelques-unes des couches de la période éocène y sont à une altitude plus grande que toutes les couches fossilifères inférieures à celles rapportées jusqu'ici aux terrains du Limbourg. dans les autres parties de la Flandre française et de la Belgique.

La ville de Cassel, située à 48 kilomètres environ au S.-S.-E. de Dunkerque, est placée au sommet d'une colline dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer est de 157 mètres. Cette colline présente au nord, au sud et à l'ouest des pentes très-abruptes vers la plaine environnante que son sommet domine de 121 mètres, la station du chemin de fer (K, à la coupe ci-dessous, fig. 4), ayant été trouvée à l'altitude de 40 mètres. La colline de Cassel est la plus occidentale d'une petite chaîne qui s'étend dans la direction du sud-est, vers la Belgique, sur une longueur de 16 à 18 kilomètres et dont la ville d'Ypres occupe l'extrémité orientale. Les collines dont cette chaîne est formée ont toutes la même composition géologique, mais celle de Cassel est celle qui offre, en plus grand nombre et le mieux caractérisées, les subdivisions de la série des formations tertiaires. Il est donc avantageux de la prendre pour type et de la comparer avec les autres.

Fig 4.



B^2 Sables diestiens.

E^1 (Couches laekeniennes). { *e* Sables ferrugineux. *f* Glauconite sableuse. *g* BANDE NOIRE avec *Numm. variolarius*.

E^2 (Couches bruxelliennes). { *h* Couche à *Numm. lævigatus*. *i* Marnes vertes et cables sous-jacents, avec *Numm. lævigatus*.

E^3 Sables, argiles, etc. (Terr. nummulitique infér. ?)

F^1 Argile de Londres avec *Septaria*, percée jusqu'à la profondeur de 96 mètres.

K Station du chemin de fer.

Cette colline est, comme ses voisines, couronnée par des sables et des grès ferrugineux qui étant complétement dépourvus de fossiles, paraissent devoir être rapportés aux sables de Diest (fig. 4). Leur épaisseur ne peut être mesurée à Cassel, mais au Mont-Noir près de Bailleul, à 20 kilomètres environ au sud-est, elle est de 6 mètres. Sur cette colline dont l'altitude est de 131 mètres, les sables de Diest présentent à leur base un conglomérat de petits cailloux de silex, réunis par du fer hydraté. Les sables qui recouvrent ces conglomérats contiennent un grand nombre de géodes et de grosses concrétions tubuleuses du même minéral. En dessous sont des sables jaunes ferrugineux que M. Meugy, adoptant l'opinion de M. Dumont, a appelés *tongriens* sur sa carte géologique de la Flandre française, ce qui indique qu'ils se rapportent aux terrains du Limbourg que nous avons décrits ci-dessus comme appartenant à la série éocène supérieure. Au Mont-Noir, où on peut les observer beaucoup plus facilement que sur le mont de Cassel, ils ont une épaisseur d'environ 15 mètres et contiennent, à 9 mètres à peu près de leur sommet, une couche irrégulière et non continue de cailloux roulés de silex de la craie, dont quelques-uns sont très-gros et atteignent un diamètre de 10 à 20 centimètres. On voit des

Nous pouvons maintenant revenir à la colline de Cassel qui, comme je l'ai établi ci-devant, est couronnée par les sables diestiens (B² fig. 4), en dessous desquels sont d'autres sables ferrugineux, manquant de fossiles comme les premiers, mais que je regarde comme du même âge que les couches du Mont-Noir déjà décrites. M. Meugy estime à 1[illegible] mètres l'épaisseur réunie de ces sables, B² et *f*, fig. 4. Leur jonction avec les couches situées plus bas, n'est pas visible, mais sur le versant oriental de la colline, celui qui regarde le mont des Récollets, une coupe (fig. 5) est mise à découvert dans une carrière de grès et de sable, appelée la carrière de Caton, du nom de la personne qui l'exploite, et peut être regardée comme offrant la continuation de la série.

Fig 5.



z. Couche d'argile sans fossiles.
f. Glauconite sableuse.
g. BANDE NOIRE, avec *Ostrea inflata* et *Nummulites variolarius*.
g'. Sables avec *Nipadites*, *Nautilus*, *Cerithium giganteum*, *Numm. variolarius*.
h. Sable vert et grès avec *Num. lævigatus*.
h'. Sables et grés avec *Ostrea*, etc.
i. Marnes vertes.

La masse d'argile dépourvue de fossiles qu'on remarque à gauche dans la coupe (*z*, fig. 5) est en stratification discordante avec le terrain inférieur, comme la figure le démontre. Son épaisseur est considérable, peut-être de 6 à 9 mètres, mais je n'ai pas pu déterminer son âge véritable, non plus que M. Meugy avec qui je l'ai examinée.

Elle renferme des grains grossiers d'une substance d'un vert noirâtre et ne contient pas de calcaire. Elle était mise à découvert lors de ma visite, par une tranchée creusée pour la route qui se dirige du sud au nord du village de Berthen à Boeschepe. J'y ai trouvé des moules des fossiles suivants :

1. Crassatella plicata?, *Sow.*
2. Lucina squamula, *Desh.*
3. Cytherea ou Venus.
4. Cardium porulosum, *Brander.*
5. ——, portant de fines stries.
6. ——, troisième espèce.
7. Cardita acuticostata?, *Lamk.*
8. Arca barbatula, *Lamk.*
9. Mytilus acutangulus, *Desh.*
10. Mytilus, d'une autre espèce.
11. Ostrea flabellula?, *Lamk.*
12. Fusus ou Murex?; voisin du *M. frondosus* ou *M. cornutus.*
13. Cassidaria carinata?, *Lamk.*
14. Voluta digitalina?, *Lamk.*
15. Cypræa; voisine de la *C. inflata*, Lamk.
16. Ovula; de très-grande dimension.

Les moules intérieurs de *Cardium porulosum*, *d'Ostrea* (probablement *O. flabellula*) et de *Mytilus* sont les plus communs. Cependant le fossile le plus remarquable est une *Ovula* de la grandeur de la *Cypræa Coombii*, Dixon, (1) ou de l'*Ovula tuberculosa*, Deshayes (2) ; elle a été trouvée par M. Curtel et se trouve maintenant dans la collection de M. Meugy à Lille ; M. Deshayes, à qui je l'ai montrée, a décidé qu'elle était différente de celles que je viens de citer et qu'elle se rapportait à une coquille inédite dont il possède des fragments provenant d'une couche du *calcaire* grossier qui recouvre à Chaumont en France, celle à *Cerithium giganteum*.

Comme la glauconite de Boeschepe se trouve immédiatement en dessous des sables ferrugineux et, suivant M. Curtel, a une hauteur de 112 mètres au-dessus de la mer (12 mètres seulement en dessous du sommet de la colline), j'incline à la croire identique avec une glauconite du même genre trouvée à Cassel (en *f*, fig. 4) au-dessus de la *bande noire* (*g*, fig. 4), dont il sera parlé plus loin ; mais, les couches à nummulites de Cassel, n'ayant pas encore été observées sur les collines de Boeschepe et du Mont-Noir, je ne puis décider avec certitude de son exacte position.

(1) *Foss. suss.* pl. 8, fig. 6.
(2) *Coq. foss. de Paris*, pl. 97, fig. 17.

Nummulites variolarius, *Lam.* tr.-abond.
Turbinolia sulcata, *Lamk.*
T. nystiana, Haime.
Lunulites radiatus, *Lamk.*
Clavagella coronata, *Desh.*
Teredina.
Corbula pisum, *Sow.*
Tellina rostralis, *Lamk.*
Lucina (Loripes) divaricata, *Lamk.*
Venus; la même qu'une espèce trouvée à Laeken.
Venus elegans? *Sow.*
Cytherea suberycinoides, *Desh.*
Cypricardia pectinifera, *Morris.*
Cardium semigranulatum, *Sow.*
—— obliquum, *Desh.*
Cardita elegans, *Lamk.*
Nucula (Leda) Galeottiana, *Nyst.*
Pecten plebeius, *Lamk.*
Ostrea inflata, *Desh.*
Dentalium strangulatum, *Desh.*
Turritella imbricataria (jeune âge)? *Lamk.*
Myliobates.
Nipadites Burtini; fruit perforé par des *Teredina*.

Nous avons observé dans un moule pierreux de *Nipadites* (¹), dont la forme était parfaitement conservée, un grand nombre de tubes de *Térédines*, ces mollusques ayant évidemment perforé en tous sens la coque du fruit pendant qu'il flottait. La rencontre de deux échantillons de ce fossile végétal dans la couche dont il s'agit, avec le *Nummulites variolarius*, la *Tellina rostralis*, la *Cypricardia pectinifera* et d'autres coquilles de Laeken, prouve qu'il se rapporte ici à une partie plus élevée de la série tertiaire que celle dans laquelle on l'a trouvé aux environs de Bruxelles et qui, comme nous le verrons dans la suite, est inférieure au niveau du *Nummulites lævigatus*. Les argiles de Sheppey, rangées plus bas encore dans les terrains éocènes, renferment le même *Nipadites*.

Que ces fruits aient été charriés jusqu'à la mer, il ne peut y avoir là-dessus aucun doute, en présence des trous de *Térédines* qu'on y remarque. Je tiens d'ailleurs du docteur Hooker, qu'aucun fruit ne se rencontre si fréquemment flottant dans les eaux des bras du Gange, dans la partie du Delta qui avoisine la mer, que ceux du *Nipa fruticans*. Ils sont souvent si abondants que les roues des bateaux à vapeur en sont obstruées.

Plus bas que la couche précédente, on observe un sable jaune et blanchâtre, dont l'épaisseur est de 1^{m},05; il contient dans sa partie supérieure un banc de grès concrétionné

(¹) Jadis regardé comme une noix de coco par De Burtin.

d'environ 25 centimètres d'épaisseur. On y trouve les fossiles suivants :

Nummulites variolarius, *Lamk.*	Lucina.
Lunulites radiatus, *Lamk.*	Solarium (Vermetus) Nystii, *Gal.*
Tellina sinuata? *Lamk.*	

On trouve ensuite la couche à *Nautilus*, dont l'épaisseur est de 1m,05. Elle est formée de sable gris et jaune avec un lit de rognons de grès tendre, épais de 30 centimètres, dans la partie supérieure. On y a rencontré

Lucina (Loripes) divaricata, *Lamk.*	Turritella.
Pecten scabriusculus, *Math.*	Nautilus Burtini, *Gal.*
—— plebeius, *Lamk.*	Pinces de Crabes.
Anomia lævigata, *Sow.*	Vertèbres et dents de Lamna.

On a extrait de cette couche, en ma présence, rien moins que quatre exemplaires de *Nautilus*, tous très-beaux quoiqu'en état de décomposition. Une variété ressemble au *N. imperialis* pour la forme générale, mais paraît être toutefois la même espèce que le *Nautilus Burtini.*

La couche qui vient ensuite est celle à *Cerithium giganteum*, qui mesure 50 centimètres. Elle se compose de sable jaunâtre à grains verts et contient vers le haut un banc irrégulier de grès coquillier, épais de 30 centimètres. On trouve parfois, tant dans le sable non agrégé que dans le grès, des cailloux roulés de silex de la craie. Les fossiles de cette couche sont :

Nummulites variolarius, *Lamk*	Terebratula Kickxii, *Gal.*
Lunulites radiatus, *Lamk*	Solarium (Vermetus) Nystii, *Gal.*
Turbinolia sulcata, *Lamk.*	Turritella edita, *Sow* ; très-abondante.
T. Nystiana ? Haime.	Cerithium giganteum, *Lamk* ; abondant.
Lucina mutabilis, *Lamk.*	Cassidaria nodosa, *Nyst.*
—— contorta ? *Def.*	—— carinata, *Lamk.*
—— divaricata, *Lamk.*	Nautilus Burtini, *Gal*
Cytherea lævigata, *Lamk.*	Echinolampas Galeottianus, *E. Forbes* ; abondant dans la partie inférieure de la couche.
Cardita elegans, *Lamk*	—— affinis?, *E. Forbes*
Nucula margaritacea, *Lamk.*	*Clypeaster affinis?* Goldf.
—— striata, *Lamk*	Pinces de crabe.
Pecten scabriusculus, *Math.*	Vertèbres et dents de Lamna.
—— plebeius, *Lamk.*	Myliobates.
—— corneus, *Sow*	
Ostrea flabellula, *Lamk.*	
—— virgata, *Goldf.*	

Le *Cerithium giganteum* se trouve en grand nombre, avec la *Turritella edita*, dans la partie la plus élevée de la couche et au-dessus des rognons de grès. Le *Nummulites variolarius* se rencontre dans le sable qui remplit l'intérieur des *Cerithium*. Quant au *Nummulites lævigatus*, il existe, aussi loin que j'ai pu l'observer, en dessous du banc pierreux et marque le commencement des terrains où cette espèce s'observe en plus grande quantité, bien qu'au point de contact, on puisse la découvrir avec la précédente dans les mêmes strates. La couche à *Cerithium giganteum* est probablement au niveau de la ligne de jonction des étages laekenien et bruxellien, dont nous parlerons dans la suite en décrivant les terrains éocènes moyens des environs de Bruxelles.

La couche à *Nummulites lævigatus* qui vient ensuite (*h*, fig. 4 et 5), est épaisse de 45 centimètres et se compose en partie de grès verdâtre dur contenant les *Nummulites lævigatus* et *scaber*, et de sable non cohérent, avec grains verts, qui offre les mêmes espèces de *Nummulites* mais libres et disséminées. Les coquilles mentionnées dans la liste qui suit se trouvent entières, ou à l'état de moule, dans le sable; les dents de squales sont nombreuses.

Nummulites lævigatus, *Brug.*; très-abondante.
—— scaber, *Lamk.*; très-abondante.
Gastrochæna.
Crassatella.
Cytherea lævigata, *Lamk.*
Lucina mutabilis, *Lamk.*
Cardium semigranulatum, *Sow.*
—— porulosum, *Brander.*
Cardita planicostata, *Lamk.*
Pectunculus.
Nucula Galeottiana, *Nyst.*
Ostrea flabellula, *Lamk.*
—— virgata, *Goldf.*
—— cymbula, *Lamk.*
Terebratula Kickxii, *Nyst.*
Natica; deux espèces.
Turritella imbricataria, *Lamk.*
Asterias (Goniaster) poritoides?, *Desm.*; assules marginales.
Echinolampas Galeottianus, *E. Forbes.*
Lamna elegans, *Agass.*
Otodus macrotus, *Agass.*
Myliobates.

M. le professeur Forbes, à qui j'ai indiqué l'abondance relative des diverses coquilles trouvées dans cette couche et dans la plupart de celles que j'ai observées à Cassel, pense qu'il est probable que ces couches se sont déposées à une profondeur

d'environ 15 toises (27^{m}.30), c'est-à-dire à la partie la plus basse de sa *zone perilittorale*.

La couche à *Ostrea* sur laquelle est assise la précédente, est épaisse de 1^{m}.50 et formée de sable jaunâtre et gris verdâtre, dans lequel sont disséminées de nombreuses *Ostrea* (*O. flabellula*).

Elle repose sur un banc de grès dur à ciment calcaire, épais de 45 centimètres et contenant les fossiles dont voici l'énumération :

Nummulites scaber, *Lamk.*
Corbula gallica, *Lamk.*
Thracia.
Mactra semisulcata, *Lamk.*
Tellina.
Cytherea lævigata, *Lamk.*
Lucina (Loripes) divaricata, *Lamk.*
Cardium ; voisin du *C. discors*, Lamk.
Cardium porulosum, *Brander.*
Cardita planicostata, *Lamk.*
Pectunculus.
Ostrea flabellula, *Lamk.*
Dentalium strangulatum, *Desh.*
Stomatia.
Melania marginata, *Lamk.*
Fusus bulbiformis, *Lamk.*
Buccinum stromboides, *Herm.*
Rostellaria fissurella, *Lamk.*
—— macroptera, *Lamk.*
Conus deperditus (jeune)?, *Brug.*
Terebellum.
Asterias.

Puis viennent des sables blancs, avec trois ou quatre lits de grès semblable à celui qui a été décrit plus haut, de 0^{m},20 à 0^{m},25 de puissance, renfermant un petit nombre de moules de fossiles, entre autres de *Lucina divaricata*. Le sable est parfois d'un blanc de neige ; la partie inférieure, d'une hauteur de 2^{m},40, où le sable est le plus blanc, a été mise à découvert par le percement d'un puits.

Au-dessous de ces sables se trouvent des marnes vertes de 3^{m},60 de puissance. Ici l'on cesse de pouvoir observer la coupe des terrains, mais je ne doute pas que la marne verte et la glauconite observée du côté du nord, à un niveau immédiatement inférieur, dans un ravin profond peu éloigné, ainsi que des couches semblables, rencontrées à l'est, sur la route conduisant vers le mont des Récollets, suivent les sables dans la série descendante. La glauconite sableuse à gros grains est parfois d'une couleur très-foncée, et quelques parties sont très-calcaires. J'y ai recueilli les fossiles suivants :

Turbinolia sulcata, *Lamk.*
Cytherea lævigata, *Lamk.*
—— suberycinoides? *Desh.*
Cardium porulosum, *Brander.*
—— autre espèce.
Cardita decussata, *Lamk.*
Pectunculus
Ostrea virgata, *Goldf.*
—— flabellula, *Lamk.*
Dentalium.
Bifrontia serrata, *Desh.*
Turritella multisulcata, *Lamk*, ou intermedia? *Desh.*
—— imbricataria, *Lamk*
Sigaretus canaliculatus, *Sow.*
Natica pariensis, *D'Orb.*
Pleurotoma.

Entre les marnes fossilifères vertes, mentionnées en dernier lieu, et la partie supérieure du mont des Récollets, où il existe une grande carrière abandonnée sur la pente occidentale de la colline, on retrouve dans l'ordre ascendant, presque toutes les couches déjà décrites, depuis *i*, fig. 4 et 5 jusqu'à la *bande noire*.

Plusieurs des lits de grès concrétionné y sont visibles, et par dessus, on aperçoit, d'une manière très-apparente, la *bande noire* elle-même, avec des *Ostrea inflata* et des *Nummulites variolarius*. Le tout est dominé par les couches glauconifères et ferrugineuses que MM. Dumont et Meugy, considèrent comme tongriennes (*e*, fig. 4) et par les sables diestiens.

A la partie sud-est de la colline de Cassel, il y a une grande sablonnière appartenant à M. Planque, à un niveau un peu inférieur à celui des marnes vertes (*i*) déjà décrites, et où une coupe verticale des sables est mise à découvert sur une hauteur de 15 mètres. On y observe différentes déchirures obliques, coupant les couches sous un angle très-ouvert, et dont l'une a rejeté plusieurs des couches d'au moins $3^m,60$ perpendiculairement.

Au sommet de la carrière se trouvent des sables verdâtres et jaunes, dénués de fossiles. Plus bas il y a des sables blancs et jaunes sur une épaisseur de $10^m,50$ à 12 mètres; dans quelques bandes de ces sables jaunes, colorés par des matières ferrugineuses, j'ai trouvé de nombreux specimens de *Nummulites lævigatus* et de *N. scaber*, tellement décomposés que M. D'Archiac a eu beaucoup de peine à les déterminer.

Enfin, le fond de la carrière est formé par du sable blanc, d'une hauteur de 1m,50, passant parfois à un grès qui renferme des moules de fossiles, et sous lequel des fouilles ont fait découvrir des sables d'un vert foncé et de la glauconite. L'absence des cinq ou six couches de grès *g* et *h*, fig. 5, dans les sables blancs de la carrière de M. Planque, fait qu'il est difficile de se représenter ces sables comme étant l'équivalent de ceux de la carrière de Caton. La différence de niveau seule ne serait pas un argument suffisant pour prouver leur antériorité, puisqu'une faille peut les avoir abaissés. J'incline plutôt à penser que les couches de cette carrière sont plus anciennes que les marnes vertes ou la glauconite coquillière *i*, fig. 4 et 5.

J'ai trouvé les fossiles suivants dans le grès :

Lunulites.
Solen
Panopæa intermedia?, *Sow.*
Corbula.
Mactra semisulcata? *Lamk.*
Lucina divaricata, *Lamk.*
—— mutabilis, *Lamk*
Cytherea lævigata, *Lamk.*
—— ; voisine de la *C. nitidula*, Lamk.
Cardium porulosum, *Brander.*
—— ; semblable au *C. discors*, Lamk.
Cardita planicostata, *Lamk.*
Nucula margaritacea, *Lamk.*
Pectunculus ; grande espèce.
Limopsis?
Ostrea flabellula, *Lamk.*
Ostrea cymbula, *Lamk.*
Vermetus Bognorensis?, *Sow.*, ou Nystii?
Trochus agglutinans, *Lamk.*
Phorus Parisiensis, D'Orb.
Turritella.
Natica patula, *Desh*
Bulla?
Fusus
Rostellaria macroptera, *Lamk.*
Voluta, deux espèces.
Terebellum (Seraphs) convolutum, *Lamk.*
Lenita patelloides, *E. Forbes*
Nucleolites patelloides, Galeotti
Asterias.
Myliobates.
Lamna.

Ces fossiles montrent clairement que nous avons ici une faune semblable à celle des terrains qui, en Angleterre et en France, contiennent les *Nummulites lævigatus*. L'examen des nombreuses coupes de terrains qu'on peut observer dans d'autres parties de la colline de Cassel, ne m'a fait trouver aucune couche fossilifère plus ancienne que celles que je viens de décrire. Immédiatement après les sables déjà mentionnés, on trouve des argiles et des sables verts et jaunâtres,

formant la partie supérieure du *système ypresien* de M. Dumont, mais dans lesquels je n'ai pu découvrir le fossile usuel, le *Nummulites planulatus*.

Encore plus bas, une vaste épaisseur d'argile brune, correspondant à l'argile de Londres, a été percée, à la station du chemin de fer, jusqu'à la profondeur de 100 mètres, sans que l'on en ait atteint le fond.

Pour nommer les fossiles de Cassel mentionnés ci-dessus, dont la plus grande partie est malheureusement à l'état de moules, j'ai eu l'avantage d'être aidé par M. Nyst, qui possède une très-riche collection d'espèces de la Belgique et dont la science en paléontologie est bien connue. Depuis lors, pour les comparer avec les fossiles de l'Angleterre, j'ai été assisté par M. Morris. J'ai donné plus loin une liste de leur ensemble dans le tableau XI, en les divisant en inférieurs et supérieurs.

La colonne des fossiles supérieurs mentionne les coquilles des collines du Mont-Noir et de Cassel, qui appartiennent à des couches positivement supérieures à la couche à *Nummulites lævigatus*. La colonne des fossiles inférieurs se rapporte à celles des coquilles de Cassel, que renferment les couches mentionnées en dernier lieu, ainsi que les autres lits fossilifères de sables et de marnes vertes, énumérées ci-dessus comme se rencontrant dans la montagne de Cassel.

J'ai omis dans ce tableau les fossiles de Boeschepe, leur position n'étant pas déterminée d'une manière certaine, quoique, pour des raisons déjà énoncées, je dusse les placer dans la colonne des fossiles supérieurs.

SECONDE SECTION.

Terrain éocène moyen de Bruxelles.

PREMIÈRE PARTIE.

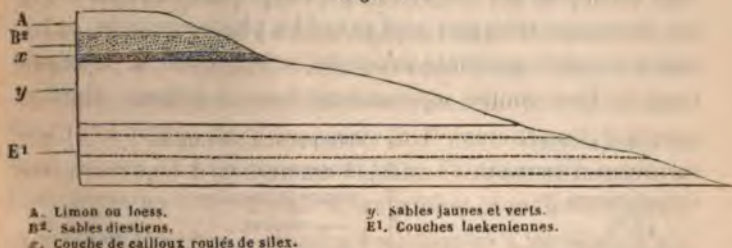
DÉPÔTS LAEKENIENS, DILEGHEM, JETTE, LAEKEN, ETC.

Je passerai maintenant à la description des environs de Bruxelles, le plus important des districts où j'ai eu l'occasion d'étudier le terrain éocène moyen. La capitale de la Belgique

est située à vingt-cinq lieues en ligne droite à l'est de Cassel. J'ai eu le grand avantage d'être accompagné dans cette exploration par mon ami, M. le capitaine Le Hon, qui a formé une belle collection de fossiles tertiaires, et dont les connaissances paléontologiques m'ont beaucoup aidé (*f*). Nous avons visité ensemble la plupart des localités dont j'aurai à faire mention plus bas. M. Deby, de Bruxelles, m'a aussi accompagné dans un grand nombre de mes excursions et m'a donné beaucoup de renseignements sur la constitution géologique de la contrée.

L'altitude générale des plateaux les plus élevés des environs de Bruxelles est d'environ 90 mètres; les vallées qui les traversent ont une profondeur de 60 mètres et au delà, de manière à descendre jusqu'à 18 et 21 mètres au dessus du niveau de la mer. On trouve le limon sur les points les plus élevés comme sur plusieurs élévations intermédiaires. (Voir la coupe ci-dessous.

Fig. 6.



A. Limon ou loess.
B². Sables diestiens.
x. Couche de cailloux roulés de silex.
y. Sables jaunes et verts.
E¹. Couches laekeniennes.

On le voit notamment dans cette position, près de Dilighem, à 3 kilomètres environ N.-N.-O. de Bruxelles, où est prise la coupe ci-dessus. Il recouvre des grès ferrugineux et des sables verts ressemblant exactement à ceux de Diest, d'environ trois mètres de puissance, et qui se trouvent au-dessus d'une couche de cailloux roulés bien arrondis. Plus bas sont des sables ferrugineux jaunes, avec limonite et sables verts, de

(*f*) La collection de M. le capitaine Le Hon a été, depuis, acquise par la ville de Mons, dont le musée, qui renfermait déjà la collection de M. le comte Ferdinand Duchastel, est devenu un des plus riches de la Belgique.

9 mètres, dénués de fossiles. Je n'ai eu aucun moyen de déterminer leur âge, et s'ils sont contemporains des couches du Mont-Noir près de Cassel, décrites ci-dessus comme renfermant des fossiles de l'étage éocène moyen, ou s'ils font partie des terrains tertiaires du Limbourg, comme me l'ont affirmé plusieurs géologistes belges.

A un niveau un peu inférieur, on voit des sables, contenant des fossiles incontestablement éocènes, aux points A et B de la carte, fig. 8, ci-après, où l'on n'aperçoit cependant pas leur contact avec les couches supérieures *y*, fig. 6. J'ai trouvé la *Cytherea suberycinoides*, le *Pecten corneus*, la *Scalaria spirata*, et le *Nummulites variolarius*, disséminés dans les campagnes de Laeken et de Jette, et dans une carrière de sable d'où l'on a extrait des terres coquillières pour les besoins de l'agriculture.

Les espèces fossiles recueillies dans les mêmes couches par M. le capitaine Le Hon, au nombre de 76, sont énumérées dans la colonne de l'étage bruxellien supérieur du tableau XI. Les 20 espèces suivantes sont parmi les plus communes, et les nombres correspondants m'ont été indiqués par M. le capitaine Le Hon comme représentant leur abondance relative.

Operculina Orbignyi	3	Pectunculus pulvinatus	3
Dactylopora cylindracea?	2	Stalagmium Nystii	4
Corbula rugosa	3	Pecten imbricatus	3
—— pisum	3	—— corneus	4
Crassatella trigonata	3	Dentalium substriatum	4
Lucina Galeottiana	1	Vermetus (Solarium) Nystii	4
Venus nitidula	4	Turritella granulosa	3
Astarte Nystiana	2	Bulla lignaria	1
Cardium semigranulatum	2	Natica glaucinoides	1
Cardita elegans	2	Scalaria spirata	1

M. le professeur E. Forbes conclut de ces données, que ce dépôt s'est formé dans la partie inférieure de la zone perilittorale ou dans la division supérieure de la zone médiane, probablement sous 20 toises d'eau.

Les couches de sables verdâtres et jaunâtres d'où ces co-

quilles ont été extraites, ont de 3 mètres à 4^{m},05 où je les ai vus à découvert. En d'autres points près de Dileghem, on trouve des grès noduleux renfermant des moules de coquilles, dont quelques-uns ont été recueillis par M. Deby, il y a plusieurs années, dans une carrière qui est aujourd'hui fermée. Les échantillons qu'il m'a offert contenaient des *Nummulites variolarius,* en même temps que des moules de *Lucina globosa* et de *Pectunculus pulvinatus.*

Ce que j'ai vu à Cassel avant mon arrivée à Bruxelles, et un examen de la coupe des terrains situés entre Lille et Mons-en-Pevelle, dont je ferai mention par la suite, m'avaient amené à conclure que les couches interposées entre les terrains tertiaires du Limbourg et l'argile de Londres proprement dite, pouvaient être convenablement divisées en trois groupes, distingués, entre autres caractères, par trois espèces différentes de nummulites : le *Nummulites variolarius,* le *N. lævigatus* et le *N. planulatus.* Quand j'ai adopté cette classification, je ne m'étais pas aperçu, ou j'avais oublié, que la superposition de ces trois espèces, dans l'ordre assigné plus haut, avait déjà été reconnue dans le nord de la France en 1842, par M. D'Archiac dans son travail sur le département de l'Aisne (*Mém. de la soc. géol. de France,* tome V.). Après mon retour de Belgique, en visitant Cuise-Lamotte près de Compiègne en France, j'ai vu les sables coquilliers appelés « *sables inférieures* » à *Nummulites planulatus,* surmontés par un calcaire nummulitique rempli de *N. lævigatus* et de *N. Scaber,* employé comme pierre de construction au Mont-Ganelon près de Compiègne et dans d'autres localités voisines. Une autre fois, à Auvers, près de Pontoise, au nord de Paris, j'ai vu le *calcaire grossier inférieur* (ou *Glauconie grossière*) contenant des *Nummulites lævigatus,* et surmonté par des sables (sables moyens ou grès de Beauchamp) abondant en *Nummulites variolarius* [1].

[1] Depuis mon retour de Bruxelles, M. D'Archiac m'a montré, dans une collection de fossiles de Jette, parmi des *Nummulites variolarius,* une *Nummulite* qu'il ne peut distinguer de la *N. planulatus.* S'il était vrai que l'exis-

Après avoir examiné avec M. le capitaine Le Hon, les principaux endroits où il a recueilli des fossiles aux environs de Bruxelles, j'ai pu facilement, en m'aidant de sa collection, subdiviser les couches de la même manière qu'à Cassel et à Lille. Il y a cependant des changements si rapides dans les caractères minéralogiques des sables de Bruxelles, même à de petites distances, qu'il serait inutile d'essayer de chercher à les décrire tous. Les groupes énumérés dans la fig. 7 ci-dessous, ne doivent donc être considérés que comme représentant quelques-unes des divisions minéralogiques et paléontologiques les plus tranchées.

tence de cette dernière espèce se fût prolongée jusqu'à l'époque du dépôt des couches de Laeken, il y aurait là une exception à la règle.

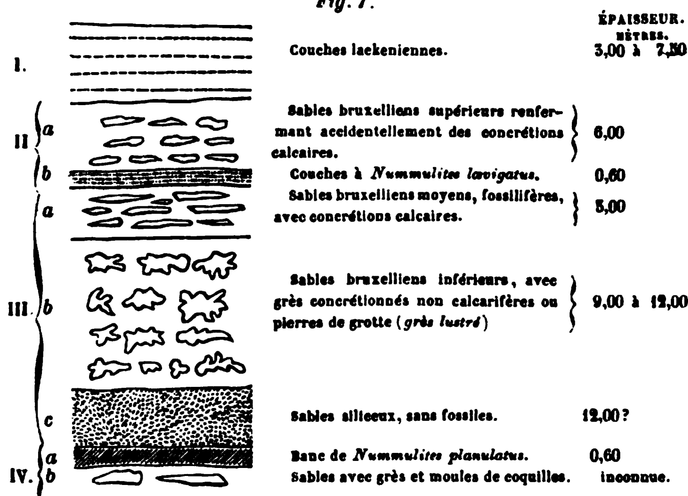
Je dois saisir l'occasion de faire ici quelques remarques sur la distribution des trois espèces de *Nummulites* citées plus haut, dans les couches éocènes de l'Angleterre; ce sujet n'ayant pas été traité jusqu'ici d'une manière satisfaisante, les faits suivants pourront servir à l'élucider.

M. T. Rupert Jones, avec l'aide obligeante de M. Prestwich, a pu examiner les espèces types des *Nummulites* mentionnées dans la liste et la description des couches d'Alum Bay et de White Cliff Bay, publiée en 1846. (*Quart. journ. géol. soc.*, t. II, p. 252, pl. IX), ce qui a amené la correction de quelques-uns des noms spécifiques qui avaient été assignés à ces *Nummulites*. M. Jones a trouvé que la couche n° 11 de la coupe de White Cliff Bay, qui forme l'équivalent d'une partie de la série de Bracklesham, le *Numm. variolarius* (mal à propos nommé *N. elegans* dans le travail précité, p. 254) se rencontre avec le *N. lævigatus* et le *N. scaber*, espèces qu'on observe aussi à Cassel dans deux couches juxtaposées, comme il a été dit ci-dessus. Dans les couches 12 à 14, plus élevées que la précédente, on ne voit que les *N. lævigatus* et le *N. scaber*, de même qu'à Bracklesham; plus haut encore, dans la couche n° 16, appartenant probablement au groupe de Barton, le *N. variolarius* est isolé comme dans la division supérieure du terrain éocène de France et de Belgique. Cette dernière espèce est la seule qu'on rencontre dans l'argile de Barton et y existe en grande abondance ainsi qu'à Stubbington.

Il y a aussi une correction importante à faire dans la liste des fossiles d'Alum-Bay, où deux nummulites sont données comme se trouvant dans la couche n° 29, généralement reconnue comme l'équivalent de celles de Barton. Un nouvel examen des échantillons de la collection de M. Prestwich, a démontré qu'ils ne se rapportaient pas aux *N. lævigatus* et *N. elegans*, mais à une seule espèce non décrite jusqu'ici, laquelle est de petite taille et possède des caractères distincts de ceux du *N. variolarius*, mais assez voisins de ceux du *N. planulatus*. Cette circonstance nous rappelle la position également anomale du *N. planulatus, var?*, dans la partie la plus élevée du terrain éocène, à Jette.

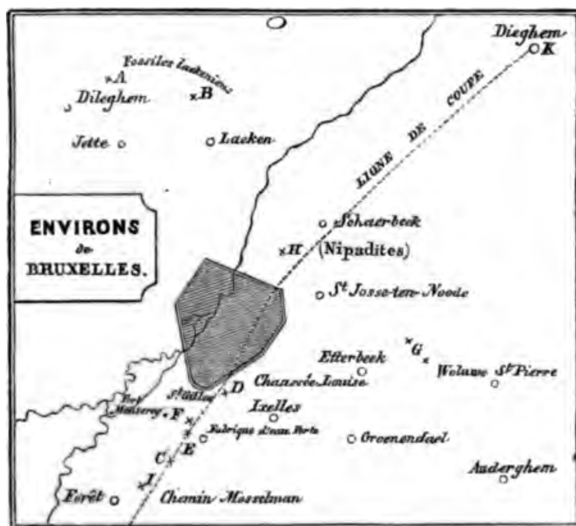
J'ai mentionné plus loin, en note, l'existence du *N. planulatus* (*N. elegans*, min. conch.) à Emsworth, près de Chichester; j'ajouterai, qu'il s'y trouve en grand nombre dans un grès siliceux avec des moules de petits gastéropodes et de bivalves.

Fig. 7.



Les couches de Laeken se retrouvent à trois kilomètres environ au sud de Bruxelles, sur le bord de la route entre Saint-Gilles et Forest, lorsqu'on s'élève sur les plateaux au point *C* de la carte suivante, fig. 8. Elles y consistent en

Fig. 8.



sables verdâtres, de 3 mètres environ d'épaisseur, qui sont considérés par M. Le Hon comme correspondant à la partie inférieure du dépôt laekenien. J'y ai trouvé :

Nummulites variolarius, *Lamk.*
Turbinolia Nystiana, *Haime.*
Lunulites radiatus? *Lamk.*
Corbula pisum, *Sow.*
Cypricardia pectinifera, *Morris.*
Nucula margaritacea? *Martini.*
Pecten plebeius? *Lamk.*
Anomia lævigata, *Sow.*
Ostrea flabellula, *Lamk.*
Dentalium Deshayesianum, *Galeotti.*
Turritella granulosa, *Desh.*
Echinocyamus propinquus, *Galeotti.*

La position de ces sables est indiquée par E^1 sur la coupe fig. 9, menée suivant la ligne *IK* de la carte. Ils sont recouverts par des sables ferrugineux sans fossiles (y) probablement du même âge que ceux désignés par y sur la coupe, fig. 6.

DEUXIÈME PARTIE.

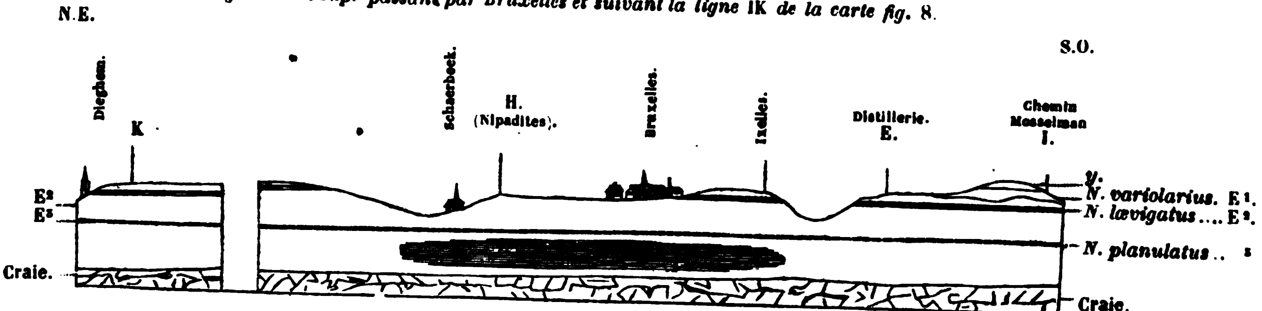
SYSTÈME BRUXELLIEN OU NUMMULITIQUE MOYEN, SABLES SUPÉRIEURS DE BRUXELLES.

En dessous des couches de Laeken, viennent des dépôts qui sont communément appelés *bruxelliens* par les géologues belges, et qui correspondent à E^2 du tableau I et à *a* et *b* de la fig. 7. Ils se composent de sables dont la base renferme des *Nummulites lævigatus*. Les points principaux où l'on a trouvé des fossiles sont les suivants :

A. *St.-Gilles, chaussée Louise.* — Dans le faubourg méridional de Bruxelles, sur le côté de la chaussée Louise, point *D* de la fig. 9, on voit des sables verdâtres, ayant une puissance de 4^m,50 à 6 mètres, et présentant deux ou trois lits de grès en grandes concrétions aplaties, qui fait effervescence avec les acides. Les fossiles suivants de la collection de M. le capitaine Le Hon proviennent de cet endroit :

* Nummulites lævigatus, *Lamk.* } Dans une couche de la base de la coupe.
* — — scaber, *Lamk.* } Dans une couche de la base de la coupe.
Membranopora.
* Lichenopora.
* Orbitolites complanatus, *Lamk.*
* Lunulites radiatus? *Lamk.*
* Idmonea triquetra, *Lamk.*
* Gastrochæna.
* Pecten plebeius, *Lamk.*
— — corneus, *Sow*
* Anomia lævigata, *Sow.*
* Ostrea flabellula, *Lamk.*
* — — virgata, *Golf.*
* Dentalium Deshayesianum, *Gal.*
* Spatangus Omalii, *Gal.*
* Echinolampas affinis? *Golf.*
* Lenita patelloides, *Gal.*
Nucleolites approximatus, *Gal.*
* Cidarites, esp. nouv.
* Echinocyamus propinquus, *Gal.*
Cancer Burtini (pinces).
— — petite espèce.
Lamna (dents).

Fig. 9. — Coupe passant par Bruxelles et suivant la ligne IK de la carte fig. 8.



y. Sables sans fossiles.
E1. Couches laekeniennes ou nummulitiques supérieures.
E2. Couches bruxelliennes ou nummulitiques moyennes.
E3. Couches nummulitiques inférieures.
K, H, E, I. Points projetés sur la carte, fig. 8.
La ligne double représente la couche à *Nummulites lævigatus*.
La ligne pointillée indique le passage présumé du banc de *Nummulites planulatus*, dont la position a été reconnue par des sondages en I et en H, plus bas que les carrières de Schaerbeek.
F1 ? Argile de Londres ? atteinte par sondage à Bruxelles.
La craie a été trouvée à la profondeur d'environ 75 mètres en dessous du niveau de la Senne à la limite de la ville.
Les couches sont plus ondulées qu'on ne l'a indiqué, mais prises en masse, elles paraissent avoir une pente légère vers le nord.

B. *St.-Gilles, fabrique d'eau forte* (point *E* fig. 8 et 9).— Un autre point où l'on peut observer les sables bruxelliens supérieurs entre les couches laekeniennes et la couche à *Nummulites lævigatus*, se trouve au faubourg de St.-Gilles, près de la fabrique d'eau forte, sur la route de Waterloo. Les fossiles que j'y ai trouvés ou que M. le capitaine Le Hon possède dans son cabinet (*g*), sont d'abord les 17 espèces précédées d'un astérisque dans la liste précédente, et de plus les deux suivantes :

Scalaria voisine de la *S. spirata*; peut-être une variété.
Cœlorhynchus rectus, *Agass*. (trouvée par M. Nyst).

La couche à *Nummulites lævigatus* renferme une prodigieuse quantité de dents de poissons, très-roulées se rapportant aux genres *Lamna*, *Blodus*, *Myliobates*, *Cœlorhynchus* et *Edaphodon*, et mêlées avec des fragments d'*Astérie*.

Parmi les dents fossiles de la collection de M. Le Hon, trouvées dans la même couche, soit en cet endroit, soit dans le voisinage, j'ai reconnu les espèces suivantes :

POISSONS.

Lamna elegans, *Ag*.
Otodus obliquus?, *Ag*.
Pristis, ressemblant à l'espèce figurée par M. Dixon, pl. 10, fig. 6, *Foss. Sus*.
Myliobates Dixoni, *Ag*. Dixon, pl. 10, fig. 2 et pl. 12, fig. 3
— — striatus, *Ag*. Dixon, pl. 12, fig. 2.
Edaphodon Buchlandi, *Ag*. Dixon, pl. 10, fig. 21.

SAURIENS.

Gavialis Dixoni? *Owen*. Dixon, pl. 12, fig. 24.

Une seule dent, ressemblant beaucoup à la figure citée, qui est celle d'un saurien du dépôt éocène de Bracklesman, a été trouvée par M. le capitaine Le Hon, avec les dents de poisson.

D'après les renseignements que m'a donnés M. Le Hon, sur l'abondance relative des échinodermes et des mollusques dans la couche à *Nummulites lævigatus*, en cette localité et dans quelques autres du voisinage, M. le professeur Forbes pense que la profondeur de l'eau sous laquelle elle s'est déposée était de 27 mètres.

(*g*) Maintenant au musée de Mons.

J'ai observé au même lieu une preuve remarquable de la dénudation des couches éocènes inférieures, avant la formation de celle qui renferme les *Nummulites lævigatus*. Un moule de *Rostellaria ampla* en grès siliceux y a été trouvé et sur quelques tours de spire (la coquille même ayant entièrement disparu), on observe deux bryozoaires incrustantes, une *Escharina* et une autre espèce; les petites cellules se sont conservées ainsi que leurs bases et il est clair qu'elles se sont attachées à la surface du moule après la dissolution de la coquille.

C. *St.-Gilles, fort Monterey* (*F*, fig. 8). — Dans la même paroisse de St.-Gilles, près du fort Monterey, on a trouvé, dans une carrière située près de la barrière et du point où la route se dirige vers Forest, les restes d'un *Nautilus*, probablement du *N. Burtini*, ainsi que le moule d'une grande *Crassatella*, une *Tellina* et plusieurs des coquilles mentionnées dans les listes précédentes, mêlées avec les *Nummulites lævigatus*.

D. *Ixelles* (voir les fig. 8 et 9). — Une carrière ouverte à Ixelles, a fourni de la même couche à *Nummulites lævigatus*, les fossiles dont voici l'énumération.

Nummulites lævigatus, *Lamk.*	Bulla.
—— scaber, *Lamk.*	Nautilus, (mandibule).
Cardita planicostata, *Lamk.*	Asterias (Goniaster poritoides?, *Desm.*)
Pecten plebeius, *Lamk.*	Lamna.
——, autre espèce.	Otodus.
Ostrea cariosa, *Desh.*	Galeocerdo.
—— flabellula, *Lamk.*	Myliobates.
Terebratula Kickxii, *Gal.*	Pristis Lathami, *Gal.*
Rostellaria ampla, *Brander.*	Cœlorhynchus rectus?, *Ag.*

E. *Etterbeek.* — Dans une carrière située entre Etterbeek et Woluwe-St.-Pierre, et que j'ai visitée avec M. le capitaine Le Hon, les *Nummulites lævigatus* ne sont pas renfermées, comme d'ordinaire, dans une couche distincte, mais disséminées dans des sables qui contiennent en outre les fossiles ci-après :

Nummulites lævigatus, *Lamk.*
—— scaber, *Lamk.*
Orbitolites complanatus, *Lamk.*
Flustra contexta?, *Mich.*
Bryozoon, petite espèce branchue.
Serpula, voisine de la *S. triquetra.*
——, deux autres espèces.
Gastrochæna.
Pecten plebeius?, *Lamk.*
Spondylus
Anomia lævigata, *Sow.*
Ostrea inflata, *Desh.*
—— gryphina, *Desh.*
Ostrea cariosa, *Desh.*
—— virgata, *Goldf.*
—— flabellula, *Lamk*
—— cymbula, *Lamk.*
——, sp. nov
Terebratula Kickxii, *Gal.*
Crania Hoeninghausii, *Michelotti.*
Dentalium (Ditrupa) Deshayesianum, *Gal.*
Asterias (Goniaster poritoides?, *Desm.*)
Echinolampas affinis?, *Goldf.*, sp.
Spatangus Omalii, *Gal.*
Cœlorhynchus rectus, *Ag.*

F. *Dieghem.* — On peut voir par la coupe, fig. 9, que la ville de Bruxelles est bâtie, pour la plus grande part, sur les couches immédiatement inférieures à celles qui contiennent les *Nummulites lævigatus,* mais en suivant la ligne de coupe *IK,* fig. 8 et 9, jusqu'à Dieghem, à 11 kilomètres environ au nord-est de Bruxelles, on trouve cette couche à découvert dans les carrières avec ses fossiles ordinaires, quoique sa puissance n'y dépasse pas 0^{m},60. Elle est presque partout recouverte par des sables blancs, calcareux, appartenant au système laekenien, qui ont éprouvé comme elle, de fréquentes dénudations. Le tout est recouvert de terrains plus récents, consistant en sables jaunes et en lits de gravier dont je n'ai pu déterminer l'âge, faute de restes organiques. La figure suivante 10, fait voir la manière dont la couche à *Nummulites lævigatus* et les bancs inférieurs et supérieurs, ont été dénudés jusqu'à une profondeur qui va parfois à 6 ou 8 mètres.



Fig. 10.

1 Sables siliceux avec lits de pierres de grottes.
2 Schiste siliceux ou tripoli.
3 Couche à *Nummulites lævigatus* avec *Crania.*
4 Sables blancs.
5 Sables supérieurs dont l'épaisseur est de 7^{m},50.

Tous les caractères spéciaux que présente la couche à nummulites aux environs de Bruxelles, se retrouvent dans cette carrière. Elle peut être définie une couche de gravier avec du sable quartzeux, des cailloux et des fragments roulés, généralement petits, mais parfois de grande dimension d'une roche formée par l'aggrégation de coquilles de *Nummulites lævigatus*, et qui doit avoir été brisée après sa consolidation. Sur ces fragments sont attachées des coquilles nombreuses des genres *Ostrea*, *Spondylus* et *Crania*, ainsi que des *Serpula* et différents bryozoaires fixés tant sur les cailloux que sur les valves des mollusques. On y trouve aussi la *Terebratula Kickxii*, mais aucun gastéropode (*h*).

Il est intéressant de constater ici la présence des *Crania*, si rares dans les terrains tertiaires. La même coquille avait été observée à Etterbeek par M. le capitaine Le Hon, comme je l'ai déjà mentionné, avant ma visite à Dieghem. M. Davidson la considère comme ne pouvant être séparée de la *Crania Hoeninghausii* de Michelotti (¹). Les deux coquilles sont de la même grandeur, et quoique les figures données par cet auteur soient petites, elles offrent les mêmes caractères que la co-

(*h*) Il nous paraît que c'est à tort que M. Lyell tire le nom de cette couche des *Nummulites lævigata* qu'on y trouve, et qu'il considère ces fossiles comme la caractérisant, puisqu'ils n'y constituent point de banc distinct, comme il arrive souvent et qu'on les y rencontre isolés, mais surtout formant des pierres, passées pour la plupart, à l'état de galets et recouvertes, en cet état, de nombreuses coquilles adhérentes et de bryozoaires. Il nous semble évident que ces circonstances indiquent un remaniement de ces fossiles; leur présence dans la couche dont il s'agit est donc purement accidentelle et ils ne peuvent, quelle que soit leur abondance, servir à la caractériser, pas plus que la *Cardita planicosta* qui se rencontre sur la plage d'Ostende, roulée et mêlée à des coquilles vivantes, n'y caractérise les sables de formation actuelle, ou que les *Productus semireticulatus* et les *Spirigera Roissyi* que l'on trouve remaniés dans le terrain crétacé de Tournay, ne sont des fossiles spéciaux à ce terrain. Nous croyons en conséquence, que les *Nummulites lævigata* proviennent de couches d'un âge peu antérieur, que des courants auront enlevées en partie, pour former de nouveaux dépôts avec leurs matériaux, après avoir transporté ou balloté ceux-ci pendant un temps suffisant pour arrondir les pierres formées par l'aggrégation des *Nummulites*. (*Les trad.*)

(¹) Colline de Turin *Foss. des terrains miocènes de l'Italie septent.* 1847, p. 79, pl. 2, fig. 23 et 24.

quille trouvée en Belgique, qui, d'après M. Davidson, est moins conique que la *Cr. cenomanensis,* de D'Orbigny, à laquelle elle ressemble beaucoup. Je ne puis décider si les couches tertiaires de Turin, où M. Michelotti a trouvé ses exemplaires, sont du même âge que celles de Bruxelles. On trouvera aux appendices la description de cette coquille, rédigée par mon ami, M. Davidson, ainsi que celle des échinodermes éocènes des environs de Bruxelles, que je dois à l'obligeance de M. le docteur Ed. Forbes. Ces fossiles sont représentés sur la planche X.

TROISIÈME PARTIE.

SABLES FOSSILIFÈRES BRUXELLIENS AVEC CONCRÉTIONS CALCAIRES.

Nous trouvons en dessous de la couche à *Nummulites lævigatus,* des sables blancs, qui sont parfois si calcaires qu'on a pu en faire de la chaux dans les faubourgs de Bruxelles et à Dieghem. Ces couches contiennent ordinairement des rognons de grès disposés en lits, et renfermant des moules de coquilles. Quelquefois la coquille elle-même est conservée, tantôt silicifiée, tantôt à l'état calcaire; mais dans ce dernier cas elle est si décomposée qu'elle tombe en pièces dès qu'on la touche.

A. *Rouge-Cloître, près d'Auderghem.*— Dans cette localité située à 8 kilomètres au sud-est de Bruxelles, les bancs calcareux ont une épaisseur de $1^m,20$ et ont offert à M. le capitaine Le Hon, les fossiles suivants, soit silicifiés, soit à l'état de moules :

Turbinolia crispa, *Lamk.*
Polyparia.
Corbula umbonella, *Desh.*
*—— gallica, *Lamk.*
Mactra semisulcata, *Lamk.*
Tellina tenuistriata, *Desh.*
Lucina sulcata, *Lamk.* (abondante).
*—— divaricata, *Lamk.* (abondante).
—— gibbosa.
*Cytherea suberycinoides, *Desh*; (très-abondante).
Turritella terebellata, *Lamk.*
Tornatella.
Natica spirata, *Bronn.*
—— patula, *Desh.*
—— sigaretina??, *Lamk.*
—— epiglottina, *Lamk.*
—— labellata, *Lamk.*
Sigaretus canaliculatus, *Sow.*
Fusus ficulneus, *Lamk.*
—— errans, *Sow.*
—— elongatus, *Nyst.*

Cytherea semisulcata, *Lamk.*
*— læevigata, *Lamk.*
*Cardium porulosum, *Brander.*
—, autre espèce.
Cardita.
Venericardia planicostata, *Desh.*
— decussata, *Münst.*
Pectunculus (petite espèce).
Arca barbatula, *Lamk.*
Pecten corneus? *Sow.*
Anomia lævigata, *Sow.*
Ostrea virgata, *Goldf.*, ou O. flabellula, *Lamk.*
Calyptræa trochiformis, *Lamk.*
Solarium grande? *Nyst.*
— patulum? *Lamk.*
— trochiforme, *Desh.*
Trochus conchyliformis (non *agglutinans*).
Fusus bulbiformis, *Lamk.*
—, (esp. à canal allongé).
Pleurotoma?
Cerithium?
Pyrula.
Rostellaria macroptera, *Lamk.*
— fissurella, *Lamk.*
Cassidaria carinata, *Lamk.*
.— nodosa? *Nyst.*
—, sp. nov.
Buccinum stromboides, *Herm.*
Conus deperditus, *Brug.*
— turritus, *Lamk.*
Voluta cithara? *Lamk.*
Oliva.
Sepia Cuvieri, *d'Orb.*
Beloptera?
Lamna, (dents).
Vertèbres de squales et d'autres poissons.

B. *St.-Josse-ten-Noode.* — Dans ce faubourg de l'est de Bruxelles, il existe quelques carrières situées près de la route de Louvain, où l'on a observé un grand nombre de fossiles analogues, pour la plupart, à ceux d'Auderghem ; telles sont notamment les cinq espèces marquées d'un astérisque dans le tableau qui précède et aussi les suivantes :

Tellina rostralis.
— planata et une autre espèce.
Pinna margaritacea.
Murex tricarinatus.
Rostellaria (moules) probablement *R. fissurella.*
Voluta (V. lyra ou spinosa?)
Lamna, dents.
Myliobates.

Une ou deux de ces espèces comme la *Tellina rostralis,* ne se rencontrent ordinairement que dans les couches laekeniennes. A Groenendael, à 5 kilomètres au midi de Bruxelles, on trouve plusieurs des coquilles d'Auderghem dans un grès ferrugineux.

C. *Schaerbeek.* (*H* fig. 8 et 9.) — Les carrières de Schaerbeek, situées dans le faubourg septentrional de Bruxelles, sont depuis longtemps célèbres par les fruits fossiles, pris pour des noix de coco, et par les restes de tortues, que l'on y a trouvés dans des grès concrétionnés.

On verra par la coupe, fig. 9, que les couches exploitées dans cette carrière sont inférieures à la couche à *Nummulites lævigatus*.

Dans la carrière principale, l'étage bruxellien moyen, qui occupe, la partie la plus élevée de la coupe consiste en un banc de sable de 3 mètres de puissance avec des lits de grès. Plusieurs de ces lits sont presque continus et affectent la forme de dalles. Ils contiennent à la fois des matières calcaires et argileuses, et on trouve dans quelques-uns des fruits de forme ovale (*Cocos Burtini*, Brongn.) rapportés par M. Bowerbank au genre *Nipadites*. Plusieurs de ces fruits sont silicifiés, ainsi que du bois de palmiers et d'arbres dicotylédonés, trouvés dans les mêmes couches.

Lors de ma visite, les ouvriers m'ont montré le tronc d'un arbre exogène portant quarante anneaux de croissance annuelle, qu'ils venaient d'extraire. Il était placé dans une position horizontale, et perforé par des *Térédines*. M. le capitaine Le Hon possède la souche d'un palmier, parfaitement silicifié, consistant dans la base du tronc, qui semble avoir été brisé presque au niveau du sol, et auquel de nombreuses racines aériennes sont demeurées attachées, semblables à celles que les palmiers émettent si fréquemment au-dessus du sol ; le tout montrant une structure d'une admirable conservation (1). Le capitaine Nelson, à qui j'ai montré cet échantillon, (M. Le Hon m'ayant obligeamment permis de le transporter en Angleterre), lui a trouvé un ressemblance frappante avec ce que l'on nomme *Coupe de palmier* (Palm cup) dans les Indes occidentales. Quand un vieux cocotier tombe en décomposition et se rompt près du sol, la portion ligneuse centrale, qui, dans les arbres endogènes consiste en un tissu spongieux, se contracte plus que la partie extérieure, qui est formée de bois plus solide, tandis que les racines adventives demeurent à peine altérées. Ceci produit une concavité centrale, qui peut expliquer le creux analogue que présente

(1) Ce rare morceau est maintenant au musée de la ville de Mons.

l'arbre fossile de Schaerbeek. La surface concave du bois brisé et altéré montre un grand nombre de petits trous profonds, causés par des faisceaux de fibres qui en ont été arrachés au moment où la fracture a eu lieu.

Les couches pierreuses de Schaerbeek, qui contiennent les *Nipadites* mentionnés ci-dessus et le fossile singulier décrit aux appendices, sous le nom de *Honium*, avec beaucoup de bois de palmiers et d'arbres dicotylédones, paraissent avoir été formées dans la mer, près de l'embouchure d'une rivière, dans les mêmes circonstances que l'argile de l'île de Sheppey; et les fruits prouvent que la même espèce de *Nipadites* qui végétait lors de la période de l'argile de Londres proprement dite (London clay proper) était encore abondante à une époque plus rapprochée de celle de la formation des couches de Bracklesham. J'ai déjà fait mention d'avoir trouvé au Mont-Cassel des *Nipadites* perforés par des *Térédines*, à un niveau géologique un peu plus élevé, c'est-à-dire dans les couches qui contiennent les *Nummulites variolarius*. On trouve aussi dans les couches de Schaerbeek qui renferment les fruits, quelques dents de squales, de même que des *Ostrea flabellula* et des *Pinna* (*P. margaritacea?*) ce qui démontre que l'eau était salée; tandis que l'influence d'une rivière est indiquée par la présence accidentelle de tortues d'eau douce. Une de celles-ci, obtenue par M. le capitaine Le Hon, montre une carapace parfaite ayant $0^{m},30$ de long sur $0^{m},25$ de large; c'est probablement l'*Emys Cuvieri*, Galeotti, figurée par Burtin. D'après M. le professeur Owen, à qui elle a été montrée, c'est le moule parfait de la surface interne d'une carapace, dont les plaques marginales postérieures sont dilatées; mais comme elle n'offre nulle part de trace de la partie extérieure, l'espèce n'a pu être déterminée, quoiqu'on puisse déclarer que c'est une Emyde d'eau douce ou d'estuaire.

J'ai appris de M. le capitaine Le Hon que le poisson marin, figuré par Burtin dans son *Oryctographie de Bruxelles*, plan-

ches 3 et 4. (*Zeus auratus*, Blainville, et *Pleuronectes maximus*, Blainville, se trouve au même niveau que les *Nipadites*, les *Honium* et l'Emyde décrite ci-dessus.

A Saventhem, près de Bruxelles, on trouve des fossiles semblables à ceux de Schaerbeek, dans la même position.

Nous donnons, aux appendices, la description, et sur la planche X, la figure du *Honium* et des diverses espèces de *Nipadites* qu'on trouve à Schaerbeek.

QUATRIÈME PARTIE.

SABLES INFÉRIEURS DE BRUXELLES AVEC PIERRES DE GROTTES, ETC.

Les bandes calcaires déjà mentionnées (III *a*, fig. 7), ont environ 3 mètres de puissance. Au-dessous de celles-ci (III, *b*.), on trouve à Schaerbeek d'autres sables, d'une puissance de 12 mètres avec un grand nombre d'assises (au moins vingt) de nodules irréguliers d'un grès que l'on a nommé *pierres de grottes* ou *grès lustré*, d'après l'éclat vif et lustré de sa cassure. Ils sont formés de sable quartzeux agrégé par un ciment siliceux comme celui qui a pétrifié les arbres fossiles. L'intérieur de ces nodules est souvent une masse de silex blond. La forme de ces pierres est extrêmement irrégulière et quelquefois même grotesque. Des dents de squales et des coquilles, surtout d'*Ostrea flabellula* et d'*O. virgata* sont à demi enchassées dans la masse solide, sur laquelle elles font saillie, le sable non agrégé s'étant détaché du pourtour.

Outre ces couches assez régulières de pierres de grottes, il existe quelques concrétions disséminées, ressemblant à des branches d'arbres. A cause de l'abondance de celles-ci, cette division a reçu, dans certains districts, le nom de *grès fistuleux*, III, *b*.

Sous ces couches sont les sables III *c*, qui consistent en sables siliceux blancs sans fossiles, et au-dessous de ceux-ci, on a trouvé, en creusant à Schaerbeek, à la profondeur de 21 mètres, une couche de roche avec des *Nummulites planulatus*, dont je parlerai plus loin.

CINQUIÈME PARTIE.

TRIPOLI SCHISTEUX DE DIEGHEM.

Dans les carrières de Dieghem, déjà mentionnées, dont la profondeur dépasse 18 mètres, j'ai trouvé, immédiatement au-dessous de la couche à *Nummulites lævigatus,* des couches continues de pierre siliceuse ou le silex blond, de 1^{m},20 de puissance, dont l'une est formée d'un schiste fissile, composé, pour plus de moitié, de spicules siliceuses d'éponges (courbes, droites ou fourchues) et du test siliceux de très-petits foraminifères des genres *Textularia, Nonionina, Triloculina, Rosalina* (une espèce est voisine de la *R. Beccaria,* sinon identique.) Ce singulier schiste siliceux ou tripoli est d'une très-faible pesanteur spécifique. On a aussi trouvé du bois silicifié et des restes de Chéloniens, dans les couches pierreuses qui s'y relient, à Dieghem.

Au-dessous de ce schiste siliceux gisent des sables, de 12 mètres de puissance, contenant vingt-cinq lits de *grès lustré* ou de pierres de grottes. La quantité de ces nodules pierreux paraît augmenter à mesure que l'on se dirige vers le nord de Bruxelles, mais c'est à peine si l'on y trouve quelques fossiles.

SIXIÈME PARTIE.

CERITHIUM GIGANTEUM.

Ce fossile a été trouvé à Afflighem, près d'Assche, au N.-O. de Bruxelles, dans une carrière aujourd'hui abandonnée, qui a été ouverte pour la construction de l'ancienne abbaye. La même roche renferme la *Lucina mutabilis,* la *Turritella intermedia* et le *Nautilus Burtini*. Je n'ai pu vérifier si sa position correspond au n° II ou au n° III de la fig. 7.

TROISIÈME SECTION.

Tableau des fossiles de Cassel et de Bruxelles. Analogie entre les terrains dont ils proviennent et les couches correspondantes de France et d'Angleterre.

Avant de terminer mes observations sur les environs de Bruxelles, j'ai jugé utile de former une liste ou un tableau synoptique des restes organiques qui ont été mentionnés dans les pages précédentes. J'y ai établi deux divisions : la supérieure comprend les fossiles trouvés dans les couches de Laeken, la division inférieure renferme ceux des couches qui se trouvent au-dessous, non compris la roche à *Nummulites planulatus* dont il sera question ci-après. J'ai ajouté à ce tableau les fossiles de la montagne de Cassel, en y établissant les mêmes divisions : la première indiquant ceux qui se trouvent au-dessus du niveau de la couche où abonde le *N. lævigatus* et la seconde, les fossiles qui se trouvent au-dessous. Je n'ai pu, dans aucune de ces contrées, obtenir des données suffisantes sur la division qui contient les *N. planulatus,* pour ajouter dans une troisième colonne, les restes organiques qui la caractérisent.

C'est principalement à M. le capitaine Le Hon que je suis redevable des listes de Bruxelles ; c'est lui qui m'a mis à même de comparer un grand nombre d'espèces de cette localité avec des fossiles d'Angleterre. J'ai recueilli moi-même les coquilles de Cassel, qui ont été dénommées, comme je l'ai déjà mentionné, avec l'aide de MM. Nyst, Morris, et autres.

La dernière colonne de ce tableau indique les localités où l'on trouve les mêmes espèces en France et en Angleterre. Là où je connaissais une localité anglaise, je n'ai pas cité le *calcaire grossier*, M. Prestwich ayant suffisamment demontré la connexion intime qui existe entre la faune fossile de Barton et de Bracklesham et celle du *Calcaire grossier*, en y comprenant les *sables moyens,* comme division supérieure.

Tableau XI.

ILES ÉOCÈNES MOYENS DE CASSEL ET DE BRUXELLES.

de ce tableau, *B* signifie Barton; *Br.*, Bracklesham; *L.*, argile de Londres proprement
ossier; *Sab. m.*, Sables moyens, ou partie supérieure du Calcaire grossier; *Sab. inf.*,
planulatus).

	Cassel. — ÉTAGE		Bruxelles. — ÉTAGE		AUTRES LOCALITÉS.
	supérieur.	inférieur.	supérieur.	inférieur.	
, *Ad. Brongn.*	*			*	L.
owerb.					
3owerb.					
Bowerb				*	L.
, *Bowerb.*				*	L.
nse, *Lyell*				*	
ţatus, *Lamk*		*		*	Br.
nk		*		*	Calc. gr.
Lamk	*		*		B.?; Sab. m.
anatus, *Lamk*				*	Calc. gr.
ıyi, *Gal*			*		
			*		
				*	
				*	
				*	
', *Linn.*				*	
tistellata, *Nyst.*			*		
dw. et J. Haime.					
ɜa, *Brongn.*			*		Calc. gr.
:k				*	Calc. gr.
aime.	*	*	*		
st.					
velle?			*		
a, *Gal*				*	
			*		
, *Mich*				*	
, *Lamk*	*		*	*	Calc. gr.
e.		*			
				*	
is, *Lonsd.* (Dixon)			*		Br.
nts	*			*	Calc. gr.?
ides?, Desm.					

Tableau XI. (*Suite.*)

	Cassel. — ÉTAGE supérieur.	Cassel. — ÉTAGE inférieur.	Bruxelles. — ÉTAGE supérieur.	Bruxelles. — ÉTAGE inférieur.	AUTR LOCALI
Cidarites?, espèce nouvelle.				*	
Echinolampas affinis?, *E. Forbes*.	*			*	Calc.
Clypeaster affinis?, Goldf.					
—— Galeottianus, *E. Forbes*	*				
—— Dekini, *E. Forbes*.				*	
Galerites Dekini, Gal.					
Nucleolites approximatus, *Gal.*				*	
Lenita patelloides, *E. Forbes*		*		*	
Nucleolites patelloides, Gal.					
Scutellina rotunda, *E. Forbes*				*	
Nucleolites rotundus, Gal.					
Echinocyamus propinquus, *E. Forbes*			*	*	
Echinoneus propinquus, Gal.					
Spatangus Omalii, *Gal.*				*	B.
Terebratula Kickxii, *Gal.*	*	*		*	
Crania Hoëninghausii, *Michel*				*	
Clavagella tibialis, *Desh*	*				Calc.
—— coronata, *Desh.*	*				B.
Gastrochæna.		*		*	
Solen		*			
Solecurtus parisiensis, *Desh*			*		Br.;Cal
Panopæa intermedia?, *Sow.*		*			L.
Corbula gallica, *Lamk.*	*	*	*	*	Br.
—— pisum, *Sow.*	*		*		B.
—— longirostris, *Desh*				*	Br. B.
—— umbonella, *Desh*			*	*	Sab. m
Thracia?	*	*			
Mactra semisulcata, *Lamk.*		*		*	Calc.
—— depressa?, *Desh.*				*	Br.
Crassatella trigonata, *Lamk.*			*		Calc.
—— plicata, *Sow.*			*		B. Br.
—— compressa, *Lamk*			*		Br.
C. Nystiana, D'Orb.					
C. tenuistriata, Desh.					
Sanguinolaria Hollowaysii, *Sow.*	*				Br.

Tableau XI. (Suite.)

	Cassel. — ÉTAGE supérieur.	Cassel. — ÉTAGE inférieur.	Bruxelles. — ÉTAGE supérieur.	Bruxelles. — ÉTAGE inférieur.	AUTRES LOCALITÉS.
mobia	...	*			
. espèce nouvelle	...	...	*		
ıa sinuata?, *Lamk.*	*	...	...	...	Calc. gr.
rostralis, *Lamk.*	*	...	*	...	Br.
textilis, *Edwards* (Dixon, pl. 3. fig. 1)	...	...	*	...	Br.
tenuistriata, *Desh.*	...	...	...	*	Br.
, espèce nouvelle	...	...	...	*	Br.
plagia, *Edwards* (Dixon, pl. 3. fig. 5)	...	...	*	...	Br.
speciosa, *Edwards* (Dixon, pl. 3. fig. 2)	...	...	*	...	Br.
a divaricata?, *Lamk.*	*	*	...	*	B.
mutabilis, *Lamk.*	*	*	...	...	Calc. gr.
contorta?, *Def.*	*	...	...	...	Sab. inf.
saxorum, *Lamk.*	...	...	*	...	B. Br.
mitis, Sow.					
Galeottiana, *Nyst.*	...	...	*		
Sulcata, *Lamk.*	...	...	...	*	Calc. gr. ?
gibbosula, *Lamk.*	...	...	...	*	Calc. gr.
rea nitidula?, *Lamk.*	...	...	*	...	Br.
lævigata?, *Lamk.*	*	*	*	*	B.
suberycinoides, *Desh.*	*	*?	*	*	B. Br.
sulcataria, *Desh.*	...	...	*	...	B. Br.
; elegans?, *Sow.*	*	...	...	...	Calc. gr.
:e Nystiana, *Nyst*	...	...	*		
cardia pectinifera, *Sow.*	*	...	*	...	B.
dia, espèce nouvelle	...	...	*		
um porulosum, *Brander.*	*	*	...	*	B. Br.
semblable au *C. discors,* Lamk.	...	*			
semi-granulatum, *Sow.*	*	*	*		B. Br.
obliquum, *Desh.*	*	...	...	...	Calc. gr.
turgidum, *Brander*	*	...	...	...	B.
espèce nouvelle	...	...	*	...	
espèce nouvelle	...	...	...		
a planicostata, *Lamk.*	...	*	...	*	Br.
decussata, *Lamk.*	...	*	...	*	Calc. gr.
elegans, *Lamk.*	*	...	*	...	Br.

Tableau XI. (Suite.)

	Cassel. — ÉTAGE supérieur.	Cassel. — ÉTAGE inférieur.	Bruxelles. — ÉTAGE supérieur.	Bruxelles. — ÉTAGE inférieur.	AUTRES LOCALITÉS.
Cardita acuticosta, *Desh.*	...	..	*	...	Br.
Nucula margaritacea, *Lamk.*	*	*	*	...	B. Br. L.
—— lunulata, *Nyst.*	...	...	*	...	Calc. gr.? Senlis.
—— striata, *Lamk.*	*	...	...	...	Calc. gr.
—— (Leda) Galeottiana, *Nyst.*	*	*	*	...	Calc. gr.
Pectunculus pulvinatus, *Lamk.*	...	...	*	...	Br.
P. Nystii, Gal.					
Pectunculus.	...	*			
——, petite espèce.	...	...	...	*	
Trigonocœlia (Limopsis) auritoides, *Nyst.*	...	...	*		
Stalagmium Nystii, *Gal.*	...	...	*		
Pectunculus granulatoides, Gal.					
Arca barbatula, *Lamk.*	...	...	...	*	B. Br.
Modiola?	...	...	*		
Pinna margaritacea, *Lamk.*	...	...	*	*?	B. Br.
P. affinis?, Sow.					
Pecten corneus, *Sow.*	*	...	*	*?	B. Br. L.
—— plebeius, *Lamk.*	*	...	*	*	Calc. gr
—— imbricatus, *Desh.*	*	...	*	...	Calc. gr.
—— sublævigatus, *Nyst.*	...	...	*		
—— scabriusculus?, *Mat.*	*				
—— reconditus, *Brander.*	*	...	...	...	B.
Spondylus esp. non dét.	...	...	...	*	
Anomia lævigata, *Sow.*	*	...	*	*	B. Br. L.
Ostrea virgata, *Goldf.*	*	*	...	*	B. Br. L.
—— flabellula, *Lamk.*	*	*	*	*	B. Br. L.
O. Cymbula, Lamk.					
—— inflata, *Nyst.*	*	...	*?	*	
—— cariosa, *Desh.*	...	...	...	*	Calc. gr.
—— gigantea, *Brander.*	...	...	*	...	B.
—— gryphina, *Desh.*	...	...	*	...	Sab. m.
Dentalium substriatum, *Desh.*	...	...	*	...	Calc. gr.
—— incrassatum, *Sow.*	*	*		*	Calc. gr.
D. Deshayesianum, Gal.					
D. strangulatum, Desh.					

Tableau XI. (Suite.)

	Cassel. — ÉTAGE supérieur.	Cassel. — ÉTAGE inférieur.	Bruxelles. — ÉTAGE supérieur.	Bruxelles. — ÉTAGE inférieur.	AUTRES LOCALITÉS
ptræa trochiformis, *Lamk*.				*	B. Br. L.
aetus bognorensis?, *Sow*.		*			L. ?
ntia serrata, *Desh*.		*			Calc. gr.
marginata, *Desh*.			*		Calc. gr.
ium (Vermetus) Nystii, *Gal*.	*		*		
trochiforme, *Desh*.			*	*	Br.
grande, *Nyst*.				*	
patulum, *Lamk*.				*	B.
us parisiensis? *D'Orb*.		*			Calc. gr.
umbilicaris, *Brander*				*	B. Br.
ria spirata, *Gal*.			*		Br.
subcylindrica, *Nyst*.			*		
——, var.?.				*	
, espèce nouvelle.			*		
tella edita, *Sow*.	*				B.
imbricataria, *Lamk*.	*	*			B.
brevis, *Sow*.			*		B.
granulosa, Gal.					
terebellata, *Lamk*.				*	Br.
ia marginata, *Lamk*.		*			Calc. gr.
atella, esp. non dét.				*	
espèce nouvelle.			*		
atia, esp. non dét.		*			
a spirata, *Desh*.				*	Calc. gr.
patula, *Desh*	*	*		*	B. Br.
Sigaretina, *Lamk*.	*			*	B.
epiglottina, *Lamk*.				*	Calc. gr.
labellata, *Lamk*.				*	B.Br.Cal.gr.
glaucinoides, *Desh*.			*		B. Br. L.
ambulacrum, *Sow*.	*				B.
bulus, Sow.					
parisiensis, *d'Orb*.		*			Calc. gr.
tus canaliculatus, *Sow*.		*		*	B. Br.
lignaria, *Linn*.			*		B.
expansa, *Dixon*.			*		Br.

Tableau XI. (Suite.)

	Cassel. — ÉTAGE		Bruxelles. — ÉTAGE		AUTRES LOCALITÉS.
	supérieur.	inférieur.	supérieur.	inférieur.	
Bulla Bruguierei, *Desh.*			*		Calc. gr.
——, esp. non dét.				*	
——, ——.				*	
Bullæa, espèce nouvelle.			*		
Fusus ficulneus, *Lamk.*				*	B. Br.
—— bulbiformis, *Lamk.*		*		*	B. Br. L.
—— errans, *Sow.*				*	B. Br.
—— aciculatus?, *Lamk.*			*		B. Br. L.
Murrex porrectus, Brander.					
—— elongatus, *Nyst.*				*	
—— longævus, *Brander.*			*		B. Br.
F. scalaris, Lamk.					
Pleurotoma, esp. non dét.		*			
——?			*	*	
Cerithium giganteum, *Lamk.*	*		*?		Br.
——. voisin du *C. reticulatum,* Risso.					
——?			*	*	
Murex tricarinatus, *Lamk.*				*	B. Br.
Cassidaria carinata, *Lamk.*	*			*	B. Br. L.
—— nodosa, *Nyst.*	*			*	B.
Buccinum nodosum, Brander.					
——. espèce nouvelle.				*	
Rostellaria macroptera, *Lamk.*		*		*	B. Br. L.
—— fissurella, *Lamk.*		*		*	B. Br.
Pyrula, esp. non dét.				*	
Buccinum stromboides, *Herm.*		*		*	Br.
—— junceum, *Sow.*	*				B.
Conus deperditus?, *Brug.*		*		*	Br.
—— antediluvianus?, *Brug.*	*				Calc. gr.
—— turritus, *Lamk.*				*	Calc. gr.
Ancillaria.				*	
Voluta cithara, *Lamk.*				*	Br.
Oliva, esp. non dét.				*	
Terebellum, esp. non dét.		*			

Tableau XI. (Suite.)

	Cassel. — ÉTAGE supérieur.	Cassel. — ÉTAGE inférieur.	Bruxelles. — ÉTAGE supérieur.	Bruxelles. — ÉTAGE inférieur.	AUTRES LOCALITÉS.
ellum convolutum, *Lamk.*		*			B.
phs convolutus, Montf.					
us Burtini, *Gal.*	*			*	L.?
egalis?, Sow.					
Cuvieri, *Desh.*			*	*	Calc. gr.
era?.			*	*	
a, esp. nouv. voisine de la *S. triquetra*,					
k.			*		
Burtini, *Gal.*				*	
esp. non dét.	*				
ynchus rectus, *Agas*				*	
tes, esp. non dét				*	
(Dixon, pl. 10. fig. 36).				*	Br.
athami, *Gal.*					
espèce nouvelle.					
atesstriatus, *Ag.*(Dixon, pl. 12. fig. 2).				*	Br.
Dixoni, *Ag.* (Dixon, pl. 10. fig. 2 et					
12. fig. 3)				*	Br.
				*	
	*				
legans, *Agas.*		*			L.
obliquus?, *Agas.*				*	L.
macrotus, *Agas.*		*			L.
odon Bucklandi, *Ag.* (Dixon, pl. 10.					
21).				*	Br.
matus, *Blainv.*				*	
nectes maximus, *Blainv.*				*	
de l'oreille d'un poisson?.				*	
Cuvieri?, *Gal.*				*	
Dixoni, *Owen* (Dixon, pl. 12. fig. 4).				*	Br.

Les résultats les plus importants donnés par le tableau qui précède sont ceux que l'on peut déduire de la comparaison des mollusques fossiles. Ceux qui y sont énumérés atteignent le chiffre total de 157, mais quelques-uns, obtenus seulement à l'état de moules, n'ont pu être déterminés que génériquement, et d'autres sont nouveaux et n'ont pas encore été décrits. Le nombre des espèces dénommées est de 122, dont 106 sont communes aux couches éocènes d'Angleterre et de France; 102 étant de l'âge des couches de Barton et de Bracklesham ou du *calcaire grossier* qui y correspond en France, tandis que quatre seulement appartiennent à l'argile de Londres proprement dite ou aux *sables inférieurs* de la France.

L'identité de cette partie de la formation tertiaire de Cassel et de Bruxelles avec le groupe éocène moyen de l'Angleterre est donc frappante. Quant aux fossiles non dénommés, plusieurs sont probablement propres à la Flandre française et à la Belgique, mais la plupart pourraient être identifiés à des espèces anglaises, si nous avions la possibilité de les comparer à Londres avec de grandes quantités de fossiles éocènes d'Angleterre qui n'ont pas encore été décrits.

L'examen de la colonne consacrée à l'étage bruxellien supérieur, conduit aussi à des conclusions remarquables. Les coquilles qui y sont mentionnées ont été principalement recueillies par M. le capitaine Le Hon, à Laeken, à Jette et dans quelques autres localités, dans les mêmes couches nummulitiques supérieures des environs de Bruxelles. Elles appartiennent à ce qui a été nommé par M. Dumont le *Système laekenien*, et sont au nombre de 65 espèces, dont 18 sont jusqu'à présent propres à cette contrée; mais je ne doute pas que cette proportion ne puisse être dès maintenant réduite, car les recherches de feu M. Dixon dans le dépôt éocène de Bracklesham près de Chichester, ont fait connaître beaucoup de mollusques et de bryozoaires identiques aux fossiles de Laeken. De 57 coquilles dénommées de cette localité, il

n'y en a pas moins de 44 qui existent aussi dans le calcaire grossier et dans les couches de la même époque en Angleterre. Nous ne devrions donc nullement être surpris, si parmi les fossiles des sables ferrugineux du Mont-Noir, près de Cassel, il y en avait d'identiques à ceux qu'offre la faune de Bracklesham. En d'autres termes, le *Système laekenien* n'est autre chose qu'une des nombreuses divisions supérieures du *Calcaire grossier*.

Au premier abord, il peut paraître étrange qu'il n'y ait pas plus d'espèces communes dans les listes de Bruxelles et de Cassel, puisque sur un nombre total de 122 espèces dénommées, il n'y en a que 32 qui se rencontrent à la fois dans les deux localités. De même, dans chaque contrée il y a très-peu d'espèces communes aux divisions supérieures et inférieures: à Cassel 6 sur 62, et à Bruxelles 13 seulement sur 92 espèces. Ce résultat paraît difficile à concilier avec cet autre fait, que chacune de ces séries de fossiles, comparée à la faune du *Calcaire grossier* ou de la formation éocène moyenne de l'Angleterre et de la France, présente à peu près le même degré d'identité. Je crois que cette difficulté apparente doit s'effacer, quand on considère que chacune des colonnes à astérisques du tableau XI, ne représente qu'une simple fraction de la grande faune des couches éocènes moyennes du sud-est de l'Angleterre ou du bassin de Paris. Le degré d'analogie qui existe entre les faunes de Cassel et de Bruxelles et les étages parallèles de l'étranger, démontre qu'elles se rapprocheraient beaucoup plus l'une de l'autre, si nous pouvions étendre suffisamment les connaissances que nous possédons sur les fossiles des deux contrées; il resterait cependant toujours quelques différences résultant de la variation des espèces dans l'espace ou dans le temps; la représentation des limites de chaque étage, ou de la division du temps, par les fossiles du même groupe éocène moyen n'est jamais parfaite, le degré d'imperfection variant d'ailleurs dans les diverses contrées qui ont été comparées. Le petit nombre d'espèces

communes aux couches supérieures et inférieures de Bruxelles, ou aux couches supérieures et inférieures de Cassel, c'est-à-dire, à la formation nummulitique supérieure et moyenne est dû sans doute, au moins en partie, au changement de ces espèces par l'effet du temps, et cette différence dans les faunes correspond à la distinction établie entre les couches de Barton et le Bagshot (ou le Bracklesham) inférieur, en Angleterre, ou entre les *Sables moyens*, (*grès de Beauchamp*) et la *Glauconie grossière* en France.

Le nombre des plantes, des zoophytes et des vertébrés est trop petit pour exiger que je m'y arrête. Le peu de données que leurs restes fournissent, conduisent d'ailleurs aux mêmes conclusions auxquelles nous sommes amenés par l'étude des mollusques fossiles.

QUATRIÈME SECTION.

Sables à Nummulites planulatus; formation nummulitique inférieure; période éocène moyenne. Système ypresien, étage inférieur, DUMONT.

PREMIÈRE PARTIE.

ENVIRONS DE BRUXELLES.

C'est dans une coupe naturelle, à une lieue environ au sud de Bruxelles, près de Forêt, dans une gorge profonde, près de la maison de campagne de M. Mosselman (voyez les fig. 8 et 9), que se trouve l'unique point où j'ai rencontré quelques lits de pierres formés par une aggrégation de *Nummulites planulatus*. J'ai examiné cette coupe avec M. le capitaine Le Hon, et nous y avons observé, dans une faible étendue, toutes les strates comprises depuis les couches nummulitiques inférieures (*N. planulatus*), jusqu'aux sables de Laeken inclusivement. On voit, au fond de ce ravin quelques lits de pierres, contenant des *Cardium*, des *Cytherea* et d'autres fossiles, qui semblent être inférieurs à la couche nummulitique. Mais cette partie de la coupe paraît confuse, et il y a des indices de per-

turbation, comme si une faille avait abaissé quelques couches, plus élevées dans la série, au niveau de la roche nummulitique inférieure. Les *Nummulites planulatus* sont répandus parmi des sables glauconifères en partie, dont la puissance est de 3 mètres environ, et au milieu desquels il y a quelques lits solides de Nummulites agrégés. A un niveau plus élevé, on voit distinctement les sables calcarifères (III, *a*, fig. 7.) puis la couche à *Nummulites lævigatus*, séparée par des strates d'une puissance de 21 mètres des dépôts arénacés et pierreux inférieurs contenant les *N. planulatus*. Toutes ces couches ont une inclinaison bien prononcée et dont l'angle est plus ouvert que celui d'aucune des autres que j'ai vues autour de Bruxelles.

A une plus grande hauteur, sur la route de Forêt à Saint-Gilles, les sables verdâtres des couches inférieures de Laeken se montrent avec les *Nummulites variolarius* et d'autres fossiles énumérés plus haut.

J'ai déjà indiqué que l'on a creusé, dans la carrière de Schaerbeek, un puits artésien, commencé dans les pierres de grottes et qui a atteint, à la profondeur de 21 mètres, la couche à *Nummulites planulatus*, au-dessous de laquelle l'eau fut trouvée.

On peut évaluer à 30 mètres environ la puissance des couches situées entre les deux bancs de Nummulites, ou entre le n° II *b*, et le n° IV de la fig. 7, mais elle est fort variable. Il est utile de faire remarquer ici que tous les fossiles représentés par Burtin dans son *Oryctographie de Bruxelles* (1784) ont été trouvés entre ces mêmes limites, ou entre le gravier contenant les *N. lævigatus* et la bande continue de roche à *N. planulatus* [1].

(1) M. T. Rupert Jones m'apprend que le *N. planulatus* des géologues du continent est indubitablement le *N. elegans* décrit dans la *Minéral conchology* de M. Sowerby, d'après des échantillons étiquetés : EMSWORTH PRÈS DE CHICHESTER, et que M. J de C. Sowerby lui a obligeamment permis d'examiner (comme M. d'Archiac semble l'admettre dans son *Histoire des progrès de la géologie*, t. 3). Il est donc probable qu'il existe aussi des couches caractérisées

Divers puits ont été creusés dans la partie la plus basse des faubourgs de Bruxelles, à environ 20^{m},5 au-dessus du niveau de la mer. On y a traversé d'abord, des alternances d'argile et de sables (division des *N. planulatus* ou *ypresienne?*) jusqu'à la profondeur de 50 mètres, et au-dessous desquelles on a rencontré une masse d'argile (argile de Londres proprement dite? Voyez la coupe, fig. 9) de 20 à 30 mètres de puissance. A environ 60 mètres au-dessous du niveau de la mer, on atteignit la craie blanche avec silex noirs, après avoir traversé, comme d'habitude, une couche formant la séparation des séries tertiaire et secondaire et contenant des silex roulés, couverts d'un enduit vert. Je n'ai pu constater l'âge véritable des couches qui ont été percées dans ces puits, aucun fossile n'y ayant été recueilli.

DEUXIÈME PARTIE.

COUCHES ÉOCÈNES MOYENNES DES ENVIRONS DE MONS. MONT-PANISEL.

On sait que le calcaire de Maestricht se montre à Ciply, près de Mons, et qu'il est en partie recouvert (à la Chasse royale et en d'autres lieux) par des sables et des argiles rapportés au *Système landenien* de M. Dumont. A un niveau plus élevé, on a trouvé des *Nummulites planulatus* en abondance, dans des puits creusés dans la ville de Mons. J'ai trouvé au Mont-Panisel, dans un des faubourgs, les mêmes Nummulites disséminées, en petit nombre, dans des couches d'argile et de sables verdâtres ou jaunâtres et ferrugineux, renfermant quelques couches de grès à ciment siliceux abondant, contenant des fossiles dont le test est silicifié. J'ai visité le Mont-Panisel accompagné de M. A. Toilliez et de M. Ch. de Beaulieu, et avec leur aide j'ai recueilli les fossiles suivants :

par les *N. planulatus* dans cette partie de l'Angleterre où les couches de Bracklesham, à *N. lævigatus* sont si largement développées ; et il est fort à désirer que la position relative de ces dépôts soit étudiée avec soin.

Nummulites planulatus.	Tellina
Pinna margaritacea; abondante.	Nucula.
Loripes divaricata.	Crassatella
Cardium porulosum?	Astarte.
Cassidaria nodosa.	Cardita.
Natica patula?	Fusus.
Lucina gibbosa.	Voluta
Solen.	

Ils paraissent être inférieurs aux fossiles des couches de Bruxelles, énumérés dans la colonne de l'étage bruxellien inférieur du tableau XI (*k*).

TROISIÈME PARTIE.

RENAIX, CRAYE ET AUDENAERDE.

A environ trois kilomètres au sud-est de Renaix, les couches pierreuses à *Nummulites planulatus* sont à découvert dans le lit d'un petit ruisseau, et alternent avec des argiles et des sables. La localité où on les rencontre se trouve dans la commune de St.-Sauveur, vers les fermes de Tombelles et d'Arabie, où je fus guidé par M. E. Joly, avocat, connu pour ses recherches archéologiques. Les couches solides de calcaire nummulitique sont recouvertes de 30 mètres d'argile, de sables verdâtres et de terre à briques, en couches alternatives; ces roches renferment des grès siliceux durs, semblables à ceux du Mont-Panisel, mentionnés plus haut, et qui contiennent des fossiles silicifiés, parmi lesquels la *Pinna margaritacea* est très-abondante.

Les fossiles suivants sont d'Ellezelles ou de Renaix; ils ont été recueillis par moi ou m'ont été donnés par M. Joly.

(*k*) Les *Nummulites planulata* trouvés par M. Lyell et par nous au Mont-Panisel, y sont fort rares et sont même loin d'être uniformément distribués dans la couche fossilifère; nous croyons que leur présence parmi des fossiles généralement très-difficiles à déterminer spécifiquement à cause de leur mauvaise conservation, mais dont plusieurs appartiennent incontestablement aux assises inférieures du calcaire grossier de Paris, ne peut être attribuée ici encore qu'à un remaniement des argiles ypresiennes, dans lesquelles on rencontre, à Mons même et aux environs, ces fossiles en abondance, agrégés en masses volumineuses et en véritables couches. Les grès du Mont-Panisel ne forment pas, du reste, des couches dans les argiles et les sables, mais constituent la partie supérieure d'une argilite qui repose elle-même sur ces argiles. (*Les trad.*)

Turbinolia sulcata, *Lamk.*
Solen.
Corbula (moule).
Tellina donacialis?, *Edwards.*
Tellina.
Cytherea, espèce voisine de la *C. obliqua*, Desh.
——, esp. voisine de la *C. nitidula?*, Lamk.
Cardita planicostata, *Lamk.*
Nucula margaritacea, *Lamk.*
Pinna margaritacea, *Lamk.*
Pecten.
Ostrea flabellula, *Lamk.*
Turritella imbricataria, *Lamk.*
Natica, analogue à la *N. Hantoniensis*, Sow.
Natica.
Fusus longævus, *Lamk.*
Pleurotoma.
Rostellaria fissurella, *Lamk.*
Cassidaria carinata, *Lamk.*
Voluta luctator?, *Sow.*
——, (deux autres espèces).
Terebellum.
Cypræa
Nautilus, (moule).
Cancer Leachii?, *Desm.*
Xanthopsis, M.Coy. (*l*)

A Craye, au N.-O. de Renaix sur la route de cette ville à Berchem sur l'Escaut, j'ai trouvé des sables avec des exemplaires dispersés d'une variété de *Nummulites planulatus.* Ces sables sont élevés d'environ 45 mètres dans la série des couches, au-dessus du calcaire nummulitique de la ferme d'Arabie que je viens de citer. Ils sont gris, à grains verts et contiennent, en grande abondance, une variété orbiculaire de *Cardita planicostata*, des *Cardium porulosum*, des *Corbula*, etc.

A Audenaerde, j'ai observé des couches semblables à celles de Renaix et du Mont-Panisel, renfermant aussi des *Pinna margaritacea* en grand nombre, dans des lits calcédonieux, parfois employés à la confection de pavés.

QUATRIÈME PARTIE.

COURTRAY.

A une lieue au sud de Courtray, j'ai trouvé une argile tertiaire, exploitée sur une grande étendue pour la fabrication des briques, qui abonde en *Nummulites planulatus* dans un état de conservation parfaite. Cette localité m'avait été indiquée

(*l*) Outre les fossiles cités dans cette liste, l'un de nous a vu, en visitant l'année dernière la collection de M. Joly, un échantillon trouvé dans le grès siliceux depuis le voyage de M. Lyell, et appartenant très-probablement au genre *Tubicinella* de la famille des *Cirrhipèdes*, qui n'avait pas été jusqu'ici rencontré à l'état fossile. (*Les trad.*)

par M. Dumont comme renfermant probablement des restes fossiles.

L'argile de Courtray appartient évidemment à la division nummulitique inférieure.

Les fossiles mêlés aux Nummulites, parmi lesquels une *Turritella* et quelques autres, étaient si imparfaitement conservés qu'il n'a pas été possible de les déterminer spécifiquement.

CINQUIÈME PARTIE.

GAND.

Lors de mon passage à Gand, on avait creusé un puits artésien de 70 mètres de profondeur à la maison de campagne de M. Loozberg, à environ une lieue au sud de cette ville. La moitié supérieure du terrain traversé consistait en glauconites sableuses et argileuses, dans lesquelles des *Nummulites planulatus* étaient dispersés à des niveaux différents. En examinant cette glauconite, M. Rupert Jones y a dernièrement trouvé quelques échantillons de deux espèces d'Entomostracés : la *Cythera angulatopora*, Bosq. et la *Cytherella Munsteri*, Roem., que l'on trouve toutes deux dans les couches éocènes de la France, d'après M. Bosquet [1]. La moitié inférieure se composait d'une argile plus tenace, d'un vert pâle, mais dont la couleur se fonce davantage plus bas : je n'y ai pas trouvé de Nummulites. Les couches de Bruxelles à *Nautilus Burtini* se trouvant aussi dans les tranchées de la citadelle de Gand, j'en infère que les sables verts de ce puits appartiennent à l'étage E^5 du tableau n° 1, ou au *Système ypresien* de M. Dumont. On trouvera peut-être qu'il sera possible et convenable de tracer ici et ailleurs, une ligne de démarcation entre les couches d'Ypres et l'argile de Londres proprement dite, au lieu où les Nummulites cessent de se montrer. On ne peut encore décider si les couches de Gand et

[1] *Descript des Entom. foss. des terrains tertiaires de la France et de la Belgique*, mém. couronnés de l'Académie roy de Belg., vol. XXIV.

de Courtray qui contiennent des *Nummulites planulatus* correspondent en âge à une division supérieure de l'argile de Londres proprement dite ou à la partie la plus inférieure de la série de Bagshot.

SIXIÈME PARTIE

MONS-EN-PEVELLE, PRÈS DE LILLE.

Dans aucune des localités que j'ai visitées, les bandes de calcaire nummulitique n'étaient aussi apparentes qu'à Mons-en-Pevelle, à environ trois lieues au midi de Lille, localité qui m'a été signalée par M. Meugy. Ce géologue estime à environ 30 mètres la puissance de la formation (superposée à l'argile de Londres) qui renferme ces bandes; nous avons vu les lits de roche nummulitique, de $0^m,15$ à $0^m,20$ d'épaisseur, s'étendre parmi 20 mètres environ de couches sableuses et argileuses. Non-seulement on en avait fait les routes, mais plusieurs bâtiments étaient construits en partie avec ces mêmes matériaux, et nous avons remarqué que la cour d'une ferme était pavée de dalles nummulitiques. A l'exception d'un *Dentalium* (le *Dentalium Deshayesianum*), je n'ai pu trouver aucun fossile dans les couches adjacentes. Dans cette partie de la Flandre française, les assises nummulitiques inférieures sont séparées de la craie par environ 45 mètres d'argile de Londres et près de 30 mètres d'argile plastique et de sable.

CHAPITRE VII.

Argile de Londres proprement dite. Argile yprésienne, étage inférieur, DUMONT.

J'ai déjà dit qu'à la station du chemin de fer à Cassel, on avait creusé un puits dans une argile brune à *Septaria*, jusqu'à la profondeur de 100 mètres, sans en atteindre le fond. Par l'uniformité de son aspect, cette argile ressemble à celle de Highgate et d'autres lieux voisins de Londres, et

l'absence de coquilles dans les grands monceaux de terre extraits de ce puits que j'ai examinés avec soin, peut être mise en parallèle avec le manque de fossiles dans les nombreuses coupes des bassins de Londres et du Hampshire. Les sables verts et les glaises qui surmontent l'argile de Londres dans la colline de Cassel, ressemblent beaucoup à ceux qui contiennent les *Nummulites planulatus* dans d'autres localités, quoique je n'aie pu trouver ce fossile à Cassel.

Près de Lille, on trouve sous les sables à *Nummulites planulatus* et le calcaire de Mons-en-Pevelle que nous venons de décrire, une masse d'argile dont M. Meugy estime la puissance à environ 44 mètres, et sous celle-ci gisent des sables et des argiles qui correspondent probablement à l'argile plastique et au sable des environs de Londres. Jusqu'à présent on ne parait pas encore avoir découvert de fossiles dans l'*argile yprésienne,* ni dans la Flandre française, ni en Belgique. Dans ce dernier pays cette argile paraît n'être que faiblement développée et manquer même habituellement, comme dans le bassin de Paris.

A Bailleul, entre Cassel et Lille, on a trouvé beaucoup de fossiles en creusant un puits dans la même argile, mais ils n'ont pas été conservés.

A Bruxelles une masse d'argile, reposant sur la craie et dont la puissance est d'environ 24 mètres, a été traversée par des sondages. Cette masse est séparée de la craie, comme nous l'avons dit, par une bande de cailloux roulés de silex recouverts de terre verte.

On n'a pas encore recueilli assez de données pour pouvoir décider quelles sont les relations qui existent entre cette argile et l'argile de Londres proprement dite.

CHAPITRE VIII.

Argile plastique, sable et lignite. Système landénien supérieur, DUMONT. *Lower London Tertiaries,* PRESTWICH.

PREMIÈRE PARTIE.

CARVIN, PRÈS DE LILLE.

L'argile de Londres des environs de Lille est superposée à des sables et des argiles d'une puissance de 24 mètres environ, qui ressemblent à ces couches de Londres que l'on nomme ordinairement *argile plastique et sable* (Plastic clay and sand). Les seuls fossiles que l'on y ait trouvés jusqu'ici sont marins et se rencontrent dans un banc d'argile, à 8 ou 10 mètres au plus au-dessus de la craie. M. Meugy m'a fait voir la jonction de la craie avec les couches tertiaires à Carvin, à 4 lieues au sud de Lille. A 270 mètres de l'église de Carvin, nous vîmes un puits récemment ouvert, dans lequel la craie apparaissait à 3 mètres de la surface. Elle n'était pas surmontée de la couche séparative de cailloux roulés, mais au contact il y avait une argile sableuse schistoïde, verdâtre mais non glauconifère, renfermant un petit nombre de cailloux roulés noirs bien arrondis. Cette espèce de limon avait 3 mètres de puissance. A une faible distance, on rencontre une argile tenace, sans doute la même que la précédente, et dont la puissance est de plusieurs pieds; on l'emploie à faire de la poterie; au-dessus de celle-ci, dans un autre puits, on voit de nouveau l'argile sableuse à concrétions, dans laquelle abondent les fossiles. Parmi ceux-ci on trouve fréquemment la *Cyprina Morrisii,* Sowerby (*Min. conch.* vol. VII, p. 20, pl. 620), caractéristique de l'argile plastique des environs de Londres, et une *Turritella,* une *Arca* et une *Corbula* sous forme de moules trop imparfaits pour qu'il soit possible d'en déterminer l'espèce. Près de Lille il y a des sables blancs renfermant quelques couches d'un grès solide, entre l'argile à

Cyprina Morrisii et l'argile de Londres, mais je n'ai rencontré aucune bonne coupe.

SECONDE PARTIE

JAUCHE, HUPPAYE, OPLINTER, ETC.

En Belgique, on trouve entre l'étage *landénien inférieur*, que nous allons décrire et les couches à *Nummulites planulatus* de Bruxelles, une formation de sable, de pierre à paver siliceuse et de lignite, à laquelle M. Dumont a donné le nom d'étage *landénien supérieur*. Comme on n'y a rencontré aucun fossile, nous ne pouvons l'identifier paléontologiquement avec la partie des terrains tertiaires de l'Angleterre, qui lui est probablement contemporaine. J'ai vu la superposition de cette formation à l'étage landénien inférieur près de Jauche, sur la route vers Enines, où elle a 12 mètres de puissance et se compose d'alternances de sables blancs et gris, qui ressemblent aux *sables rayés* (striped sands) de Lewisham et de Woolwich, et qui contiennent, comme les terrains tertiaires inférieurs de l'Angleterre (Lower Tertiaries), une couche de lignite. A un niveau plus élevé, à Huppaye, dans la même contrée, cette formation contient des sables d'un blanc de neige, avec des couches d'une pierre à paver ou grès siliceux fort dur, d'une épaisseur de $2^{m},10$ à 3 mètres. J'ai vu les mêmes *sables rayés* à Marilles, à environ une lieue au nord-est d'Huppaye, traversés par un lit de cailloux roulés de silex bien arrondis. Aux environs de Tirlemont, j'ai trouvé des fragments de bois silicifié dans cette même formation, et à Oplinter, à quelques kilomètres au nord de cette ville, des argiles avec lignites et des feuilles de plantes dicotylédones. J'ai été conduit vers cette localité par M. De Koninck. M. Dumont m'a dit qu'il existe de très-nombreuses alternances d'argiles et de couches de lignite, en plusieurs points de la partie moyenne de cette série de dépôts. Nous pouvons donc espérer qu'à l'avenir on découvrira au moins quelques végétaux fossiles.

. Près de la station du chemin de fer, à Landen, j'ai vu une coupe de la formation landénienne supérieure, consistant en sables blancs et jaunes rayés, sans fossiles, dont la puissance est d'environ 10^{m},50.

CHAPITRE IX.

Glauconite de Tournay et d'Angre. Couches intermédiaires entre l'argile plastique et le calcaire de Maestricht. Système landénien inférieur, Dumont.

J'ai maintenant à décrire des couches qui sont certainement plus anciennes que celles dont je viens de faire mention, mais sur lesquelles il existe de grandes divergences d'opinion quant à leurs relations avec les terrains tertiaires ou crétacés. Les localités où j'ai examiné cet étage, nommé étage *landénien inférieur* par M. Dumont, sont : 1° Tournay; 2° Angre, près de Quiévrain, à environ 23 kilomètres au sud-ouest de Mons; 3° Dans la Hesbaye, Folx-les-Caves, Orp-le-grand, Lincent, et quelques autres lieux.

PREMIÈRE PARTIE.

TOURNAY.

A trois kilomètres environ de la porte de Valenciennes à Tournay, sur la rive gauche de l'Escaut, il y a quelques grandes carrières, profondément creusées dans le calcaire de montagne ou calcaire carbonifère. Dans une de celles-ci, appartenant à M. Dapsens Carbonnel, le calcaire (1, à la coupe ci-jointe fig. 11) est recouvert par un étage bien connu du terrain crétacé, dont le nom local est *Tourtia* (2), au-dessus de celui-ci se trouve de la craie marneuse (chalk-marl) blanche (3), renfermant les fossiles habituels, surmontée par des couches (4, 5) attribuées par M. Dumont et par d'autres aux terrains tertiaires, et que l'on nomme en Belgique l'*étage landénien inférieur*. La première de ces couches en remontant est une marne argileuse grise (4) contrastant for-

tement par sa couleur foncée, avec la craie marneuse blanche. Nous avons trouvé dans la première un exemplaire parfait d'un fossile crétacé très-connu, la *Terebratula gracilis*, Schlotheim (*T. rigida*, Sow. Min. conch. vol. VI, p. 69, pl. 536, fig. 2.) dont les deux valves sont unies. On y rencontre aussi en abondance, la *Terebratula striatula*, ainsi que l'*Ostrea* (*Exogyra*) *lateralis*, Nyst, et un bryozoaire (*m*).

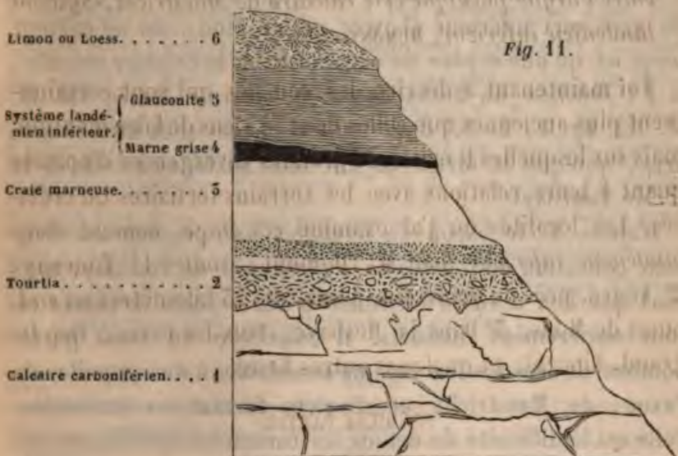


Fig. 11.

Sur cette marne reposent des couches d'une glauconite arénacée verte (5) de 3 mètres de puissance, qui se confondent avec la marne à la base et dont la partie supérieure renferme des lits nombreux de pierres calcédonieuses, de la grosseur de 0m,15 à 0m,20, avec des moules et des empreintes de coquilles. On retrouve dans cette glauconite la même *Ostrea lateralis* et la *Terebratula striatula*, qui se rencontrent dans la marne grise (4), de sorte qu'il nous a paru impossible de tracer une limite entre les couches 4 et 5, ou de considérer la couche 4 comme crétacée et la couche 5 comme tertiaire. Les autres fossiles que nous avons trouvés dans la

(*m*) Ces fossiles sont remaniés et proviennent de la marne crétacée inférieure. (*Les trad.*)

couche 5 appartiennent aux genres *Pholadomya* (*P. Koninckii?*), *Cucullea, Pinna, Turritella, Fusus, Natica*, etc.; principalement à l'état de moules, et trop imparfaits pour être déterminés, quant à l'espèce. On rencontre assez fréquemment dans ces couches un *Pleurotomaria* gigantesque, ayant parfois conservé son test; il ne ressemble en rien à aucun fossile des étages tertiaires inférieurs de l'Angleterre et de la France. Il offre plutôt de l'analogie avec la *P. gigantea* du grès vert inférieur (Lower green sand). On ne connaît jusqu'ici qu'une espèce de ce genre dans le *calcaire grossier*, la *P. concava* de Deshayes (*Coq. foss. de Paris*, vol. II, pl. 32, fig. 1, 2, 3.) dont les dimensions sont bien moindres, quoique la forme en soit assez analogue à celle de la *P.* de Tournay.

D'après M. le baron de Ryckholt, qui possède une très-belle collection de fossiles de la glauconite de Tournay, tous ceux que l'on a voulu identifier à des espèces tertiaires en sont entièrement distincts. Il considère un assez grand nombre de ces fossiles comme semblables à des coquilles de Faxoe, de Maestricht et d'autres formations crétacées. Telle est la difficulté de définir les caractères spécifiques des genres *Pholadomya*, *Scalaria*, *Mya* et *Pinna*, sans posséder une série entière d'individus parfaits pour en faire la comparaison, qu'à défaut de meilleurs exemplaires que ceux que j'ai recueillis à Tournay et à Angre, je ne puis prétendre à formuler une opinion positive sur ce point. Je crois cependant que quand M. le baron de Ryckholt publiera une description complète de sa précieuse collection, il réussira à prouver que les couches dont je m'occupe sont plus anciennes qu'aucune de celles qui sont situées au-dessus de la craie en Angleterre (*n*).

(*n*) Voir la note précédente. (*Les trad.*)

DEUXIÈME PARTIE.

ANGRE, PRÈS DE QUIÉVRAIN.

Au village d'Angre, près de la frontière méridionale de la Belgique, et à environ 24 kilomètres au S.-O. de Mons, la craie blanche à silex noirs est recouverte par une glauconite solide, privée de matières calcaires, et remplie de moules et d'empreintes de coquilles. J'ai été accompagné dans ma visite à cette localité, par M. de Beaulieu, professeur à l'école des mines de Mons. Nous trouvâmes une coupe dans un chemin creux, à un kilomètre à peu près au N.-N.-E. de l'église d'Angre, où se découvre une glauconite en couches minces et demi-solidifiées, d'environ 7^{m},50 de puissance. La roche devient fort dure en quelques points, et les grains verts sont plus gros et plus espacés dans les couches supérieures que vers le bas du dépôt. Nous avons recueilli les moules d'environ quinze coquilles, appartenant aux genres :

Arca.
Cucullea (voisine de la *C. decussata*).
Panopea (ressemblant à la *P. intermedia ?*).
Pectunculus.
Crassatella.
Nucula.
Pholadomya (ressemblant à la *P. Cuneata*, Sowerby. M. C. pl 650).
Astarte.
Venus ?
Tellina.
Pinna.
Ostrea.
Turritella.
Lucina ?
Natica.
Calyptræa.
Ainsi qu'un Bryozoaire (Retepora ?) et un Echinoderme.

La plupart de ces moules sont positivement les mêmes que ceux que nous avons déjà cités comme se trouvant près de Tournay. Nous avons retrouvé ensuite une glauconite semblable, contenant les mêmes fossiles, à Baisieux, entre Angre et Quiévrain.

Il est quelquefois entièrement impossible de distinguer la roche fossilifère d'Angre de la glauconite de l'étage éocène moyen, à gros grains terreux verts, gisant à Boeschepe près

de Cassel, mentionnée en son lieu, et dans laquelle on trouve des moules de grandes *Ovula* et d'autres coquilles. C'est là un des nombreux exemples qu'offre la Belgique de l'identité de caractères minéralogiques entre des couches tertiaires d'âges très-différents, et qui est principalement due à l'abondance de la glauconie.

TROISIÈME PARTIE.

FOLX-LES-CAVES, JAUCHE, JANDRAIN, ORP-LE-GRAND, ETC.

Je vais examiner maintenant, dans une autre partie de la Belgique (entre Bruxelles et Liége, à 23 ou 26 lieues à l'est de Tournay), quelques couches, attribuées également à l'étage *landénien inférieur*, que l'on rencontre aux environs de Landen, de Jodoigne et de Tirlemont, et qui sont probablement du même âge environ que les couches de Tournay et d'Angre que nous venons de décrire.

A Folx-les-Caves, le point le plus méridional où j'ai observé cette formation, elle repose sur le calcaire de Maestricht, (I, sur la fig. 12 ci-après), qui y a été exploité à la profondeur de 6 mètres comme pierre à bâtir, et qui contient des *Belemnites mucronatus* et d'autres fossiles caractéristiques.

La craie y est recouverte par une couche de cailloux siliceux roulés dont quelques-uns ont un grand diamètre de $0^m,10$. Cette couche (G^2), qui forme la base de l'étage *landénien inférieur*, a $0^m,30$ de puissance, et supporte une couche de glauconite tendre (G^1) de $1^m,85$ d'épaisseur, dont la partie supérieure est argileuse et contient quelque concrétions de couleur foncée, qui sont essentiellement calcaires, comme la roche verte qui les renferme.

Les fossiles de cette glauconite sont principalement des *Astarte inæquilatera*, Nyst, bien conservées et présentant fréquemment les deux valves unies. Sur une de ces coquilles j'ai trouvé un petit polypier incrustant (une *Dendrophyllia*).

On y rencontre aussi une grande espèce de *Dentalium* et quelques moules de bivalves.



Fig. 12.

	Mètres.
G [1] Glauconite; la partie supérieure est argileuse et contient quelques concrétions	1,80
G [2]. Cailloux roulés	0,50
I. Craie de Maestricht, visible sur	6,00

A Folx-les-Caves, on ne voit point d'autres couches appartenant à l'étage landénien inférieur, mais à 5 ou 6 kilomètres de distance de ce village, vers le nord et vers l'ouest, on rencontre une glauconite blanchâtre et cohérente, nommée *tuffeau de Lincent* par M. D'Omalius d'Halloy, et qui occupe une position relative plus élevée dans l'étage; de même à Jauche, dans un ravin, le tuffeau blanchâtre et le sable vert ou la glauconite friable atteignent une puissance de 6 mètres environ et ressemblent beaucoup, par leurs divers caractères, à quelques roches de la craie et du grès vert supérieur de plusieurs parties de l'Europe.

Ce tuffeau est très-calcaire et d'une faible pesanteur spécique, ce qui fait que le transport en coûte peu et qu'il est très-employé comme pierre à bâtir. Quelques-unes de ses

couches renferment des silex; on trouve en abondance des moules d'une petite espèce de *Nucula* (*Leda*) dans le tuffeau. Dans une partie de la région que nous venons de citer, l'étage landénien inférieur repose immédiatement sur la craie blanche à silex noir, sans l'interposition du calcaire de Maestricht, comme à Jandrain; d'autres fois, comme dans le voisinage immédiat de ce village et sur la route entre celui-ci et Orp-le-Grand, le calcaire de Maestricht est réduit à une épaisseur de moins de $0^{m},60$, entre la craie blanche et l'étage landénien superposé. Les couches de ce calcaire contiennent ici de grandes concrétions de silex plus ou moins pur, et sont remplies de *Thecidea radians* et de *Belemnites mucronatus*, ainsi que de *Terebratula* et d'autres fossiles caractéristiques; elles contiennent aussi beaucoup de cailloux roulés de silex noir. Ce fait est d'une haute importance, car il démontre que la craie blanche à silex noirs a dû éprouver une dénudation antérieurement au dépôt de ces couches de Maestricht.

L'existence de cailloux roulés à la base de ces couches, offre de l'analogie avec leur présence dans la glauconite à galets qui les sépare de l'étage landénien inférieur, de sorte que le lit de cailloux de Folx-les-Caves, qui paraît offrir au premier abord, une bonne limite pour séparer les terrains crétacés des terrains tertiaires, perd toute son importance comme ligne de démarcation. Le soulèvement et la dénudation des roches secondaires avait évidemment commencé avant la fin de la période crétacée.

Au milieu du village de Jandrain, déjà cité, on a ouvert un puits pour l'extraction de la craie, où celle-ci est immédiatement recouverte par la formation landénienne inférieure contenant les débris du calcaire de Maestricht et ses silex ou sa roche siliceuse, celle-ci en grandes masses aplaties de plusieurs pieds de diamètre. A Wanzin, je vis différentes coupes, dans lesquelles la surface de la craie blanche avait été fortement dénudée, et où la glauconite blanche ou tuffeau de l'étage landénien inférieur, caractérisé par l'*Astarte inæqui-*

latera, remplissait des cavités formées par érosion dans la roche plus ancienne.

QUATRIÈME PARTIE.

ORP-LE-GRAND, PELLAINES, LINCENT ET AMPTIEAU.

A Orp-le-grand, le tuffeau léger a été exploité comme pierre à bâtir, jusqu'à une profondeur qui dépasse 6 mètres. Un des fossiles les plus remarquables que l'on y trouve, et que l'on a nommé *Gyrolites* (*Vermiculites* de Nyst), ressemble aux cavités tubulaires laissées par quelque grand annélide perforant ; ces cavités traversent la pierre en formant des courbes de plusieurs centimètres de diamètre. L'*Astarte inæquilatera*, forme la connexion de cette roche avec la glauconite de Folx-les-Caves, que nous avons mentionnée, et la *Pholadomya Konincki*, également abondante, établit un lien entre la même roche et la glauconite de Tournay. Parmi ces fossiles nous avons trouvé un moule et une empreinte d'une grande *Scalaria*, qui, autant qu'un moule peut servir de terme de comparaison, ne paraît pas pouvoir être distingué d'une espèce du terrain tertiaire inférieur de Londres ou des sables de Thanet, existant dans le cabinet de M. Bowerbank. Les autres fossiles sont des *Dentalium* et des moules de *Cucullea, d'Arca,* de *Nucula,* de *Turritella,* de *Natica* et de *Pleurotoma?* ainsi que des dents de *Lamna*. J'y ai trouvé aussi deux espèces d'Echinodermes, dont l'une du genre *Hemiaster*, d'après M. le professeur Forbes, genre qui appartient à la fois aux terrains crétacés et aux terrains tertiaires; l'autre est rangé dans le genre *Cardiaster* par le même savant, qui a fait la remarque que ce genre ne s'est rencontré jusqu'à présent que dans les couches de l'époque *crétacée*. Cette découverte est intéressante en ce qu'elle touche à la question de savoir si la faune de l'étage landénien inférieur a plus ou moins de relation avec le type crétacé qu'avec le type tertiaire, ou si elle forme un ensemble intermédiaire

par ses caractères, et par son âge. Jusqu'ici on n'a rencontré dans ces couches ni Baculite, ni Belemnite, ni Ammonite, ni aucun autre Céphalopode d'une famille propre à la craie ; mais on peut en dire autant des couches crétacées véritables dans beaucoup de contrées.

J'ai visité Pellaines et Lincent, dont les carrières fournissent de beaux blocs et de hautes colonnes de la pierre à bâtir tuffacée, et où l'on trouve les mêmes fossiles qu'à Orp-le-Grand. A Amptieau j'ai trouvé l'étage landénien inférieur représenté par une roche argilo-calcaire blanche, très-employée comme pierre réfractaire ; j'y ai observé la *Pholadomya Koninckii* et une petite *Leda*, voisine de la *L. fragilis*. Comme il arrive ordinairement en Belgique, une couche épaisse de limon rend la découverte de quelque coupe fort difficile.

Il est peut-être convenable de mentionner ici, que beaucoup de fossiles positivement éocènes ont été cités comme provenant d'Orp-le-Grand et des autres localités dont nous venons de décrire les couches ; principalement d'après l'autorité de M. Galeotti, mais n'ayant jamais réussi à en trouver *en place*, ni là ni ailleurs, dans les couches du même âge, et en ayant d'ailleurs causé avec M. Galeotti lui-même, je suis convaincu que c'est par erreur que les noms de ces fossiles ont été introduits dans les listes publiées. Ils ont été cités non-seulement d'après le mémoire de M. Galeotti, par M. Nyst et M. D'Omalius d'Halloy (¹), mais encore, plus récemment, par M. d'Archiac (²). Parmi ces fossiles, il faut ranger les suivants : *Nummulites lævigatus, Lunulites radiatus, Turbinolia sulcata, Cytherea nitidula, Lucina divaricata, Cardium porulosum, Cardita elegans, Ostrea flabellula, Dentalium Deshayesianum, Melania marginata, Cassidaria carinata, Solarium Nystii* et d'autres fossiles éocènes, dont aucun n'a jamais été rencontré dans l'étage *landénien inférieur* de M. Dumont.

(¹) *Géologie de la Belgique*, 1842.
(²) *Hist. des progrès de la géologie*, t. II, p. 502, 1848.

CHAPITRE X.

Marnes et Glauconite de Heers. Système heersien de M. DUMONT.

Entre la formation que je viens de mentionner et la craie de Maestricht, se trouve une autre série de couches, découverte par M. Dumont, et appelée par lui heersienne, d'après le nom du village de Heers, situé à 10 kilomètres au N.-N.-E. de Waremme. Ces couches sont le mieux à découvert près du village d'Oreye, à la ferme du Vivier, à environ 10 kilomètres au N.-E. de Waremme, où elles consistent en marne blanche, reposant sur une glauconite sableuse, supportée elle-même par la craie de Maestricht.

Je n'ai pas eu l'occasion de visiter cette localité, mais conduit par M. Dumont à Marlinne, entre Waremme et Looz, à 24 kilomètres environ à l'est d'Orp-le-Grand, et à 6 kilomètres au N. de Waremme, j'y ai observé ce dépôt, consistant en une marne de 6 mètres d'épaisseur, aussi blanche que la craie, mais moins tendre, et contenant des feuilles de plantes dicotylédonées, sans autres fossiles.

Cette marne est recouverte par l'étage landénien inférieur, représenté ici par une glauconite semblable à celle de Folx-les-Caves.

On n'a tiré jusqu'ici aucune conclusion de la comparaison des feuilles de plantes dicotylédonées avec celles que l'on a trouvées dans d'autres formations. Leur rencontre ne peut pas être considérée comme une preuve de la nature tertiaire des couches de Heers, puisque M. le docteur Debey a rencontré, dans le terrain crétacé inférieur d'Aix-la-Chapelle, une si grande variété de feuilles de plantes dicotylédonées.

Il est donc établi, qu'il y a en Belgique certains dépôts, consistant en glauconites et en marnes, qui se trouvent interposés entre la craie de Maestricht et des couches parallèles aux terrains tertiaires inférieurs de Londres. Le passage de la faune de Maestricht et de Faxoë à celle du terrain éocène

inférieur est si brusque, qu'il doit nous préparer à la découverte future d'une longue série de couches intermédiaires, caractérisées par des espèces en partie nouvelles et en partie crétacées ou tertiaires, formations dans lesquelles des genres, tels que le *Cardiaster*, considérés jusqu'ici comme exclusivement secondaires, pourront être trouvés associés à d'autres, que l'on regardait comme uniquement tertiaires. Au lieu de grouper tous ces monuments d'une période intermédiaire, dans le terrain crétacé ou dans le terrain éocène, il serait peut-être plus convenable de créer un nouveau système, auquel on rapporterait le *calcaire pisolitique* de la France et les étages heersien et landénien inférieur de la Belgique (*o*).

Dans le tableau synoptique des formations tertiaires que j'ai inséré au commencement de ce travail, on peut voir qu'autant que j'ai pu m'en assurer, les groupes heersien et landénien inférieur n'ont point d'équivalents exacts dans les îles britanniques. Cette opinion pourra peut-être éprouver des modifications plus tard, lorsqu'on aura établi une comparaison plus complète entre les fossiles des terrains tertiaires inférieurs de la Belgique et ceux de l'Angleterre. On comprendra la place assignée par M. Dumont au système landénien inférieur, en consultant ses tableaux déjà cités et que j'ai reproduits en annexes A et B. Un de ces tableaux a été publié en 1851, et le second paraît maintenant pour la première fois, d'après une communication récente que m'a faite l'auteur, à la suite d'une excursion géologique en Angleterre, dans l'automne de 1851 (*p*).

Je dois ici exprimer mes remerciments les plus chaleureux pour leur zélée et utile coopération, tant à lui qu'aux autres géologistes belges avec qui j'ai eu le plaisir d'avoir des rela-

(*o*) Les raisons données dans notre note (*a*) permettent de ne pas croire à la découverte future de cette série de couches intermédiaires entre le terrain crétacé supérieur et la partie inférieure des terrains tertiaires. (*Les trad.*)

(*p*) Ceci se rapporte à l'année 1852, au mois d'août de laquelle le mémoire de M. Lyell a été publié. (*Les trad.*)

tions. Je dois aussi profiter de cette occasion pour reconnaître les obligations que j'ai en particulier à MM. Nyst et De Koninck, pour leurs attentions incessantes, pendant mon voyage, et pour leur correspondance instructive après mon retour. Le lecteur a dû s'apercevoir aussi, que je n'aurais pu faire qu'une étude peu fructueuse de la paléontologie de certaines contrées, sans l'assistance qui m'a été accordée à Anvers par M. Norbert de Wael; à Bruxelles par M. le capitaine Le Hon et dans le Limbourg par M. Bosquet. L'aide de ces naturalistes m'a permis de présenter au monde scientifique un catalogue plus complet des fossiles de plusieurs régions spécialement étudiées par eux, que ceux qui avaient été publiés jusqu'ici, et chaque fois qu'ils ont généreusement mis à ma disposition d'amples matériaux, réunis par le labeur de plusieurs années, ils n'ont demandé autre chose en retour de ces dons précieux, que mon intervention pour obtenir l'opinion des meilleurs paléontologistes anglais à l'égard de leurs fossiles. En conséquence, j'ai cherché à acquitter cette dette contractée envers mes collaborateurs étrangers, avec l'aide de quelques amis, dont les noms sont fréquemment cités dans ce mémoire, spécialement ceux de MM. S. V. Wood, Morris, Edwards, Rupert Jones, Hooker et E. Forbes, en donnant les résultats de leurs comparaisons entre les fossiles de Belgique et d'Angleterre, sur lesquels il s'était élevé des doutes ou des discussions, soit quant à leurs caractères spécifiques, soit sur leur position dans la série géologique.

Il peut être bon aussi de constater, avant de terminer, que nonobstant les faibles inégalités du sol et la rareté des coupes naturelles, dans une grande partie de la Belgique, aucune contrée de l'Europe n'offre, à égalité de surface, un champ plus riche, ni même peut-être aussi riche pour l'étude des formations supérieures à la craie blanche à silex. J'ai montré, dans le présent mémoire, que l'étage pliocène inférieur ou le crag de Suffolk, est représenté d'une manière très-complète par les sables d'Anvers, et que le groupe éocène supérieur est

bien plus développé dans le Limbourg que son équivalent dans l'ile de Wight. Le Bolderberg offre un exemple de couches intermédiaires entre ces deux groupes, et probablement miocènes, tandis que jusqu'ici on n'a trouvé rien d'analogue en Angleterre. De même le calcaire de Maestricht ou de Ciply, reconnu depuis longtemps comme un membre supérieur et particulier du système crétacé, constitue une autre roche dont on ne connait aucun exemple dans la Grande-Bretagne. Néanmoins M. Dumont et d'autres géologues ont découvert depuis peu, près de Tournay, et dans différentes parties de la Hesbaye, des couches qui occupent une position intermédiaire entre la craie de Maestricht et les terrains tertiaires inférieurs de Landen. Ces groupes landénien et heersien de M. Dumont, promettent un riche résultat aux paléontologistes et peuvent jeter bientôt la lumière sur une période de l'histoire de la terre, qui jusqu'ici est moins connue qu'aucune autre d'un âge voisin. Si j'en juge d'après le caractère des nombreuses publications qui ont paru depuis quinze ans en Belgique, je puis affirmer que les explorateurs scientifiques de cette contrée, continueront de se montrer dignes de ce vaste champ d'investigations qui s'ouvre devant eux.

APPENDICES (*q*).

N° 1.

Description de la cranie découverte à Dieghem, par M. Davidson.

CRANIA HOENINGHAUSII, Michelotti. (Pl. X, fig. 8).

Coquille irrégulière, inéquivalve, transversalement ovale, légèrement conique, patelliforme, déprimée, à sommet presque central, à surface extérieure inégale et rugueuse. Intérieur de la valve supérieure, la seule qui soit connue, concave à bords étroits et granuleux. Quatre impressions musculaires, les postérieures sont plus ou moins circulaires, situées près de la partie interne du bord granuleux et séparées l'une de l'autre, par un espace plat qui n'égale pas en grandeur l'une de ces impressions; les antérieures sont irrégulièrement ovales, divergeant à partir d'un point voisin du centre vers le bord latéral postérieur; il existe une légère proéminence en avant de la même paire. Impressions vasculaires mal définies. Structure perforée. Longueur : 12 millimètres; largeur : 15 millimètres; hauteur : 3 millimètres.

Localités. Couches éocènes de Dieghem et dépôts de la colline de Turin.

N° 2.

Echinodermes fossiles.

On trouvera cités parmi les fossiles des sables bruxelliens supérieurs, les noms de six espèces d'Echinodermes. J'ai fait mention, en outre, de l'*Echinolampas Galeottianus*, comme ayant été trouvé à quelques pieds au-dessus de la couche à Nummulites du Mont-Cassel. M. le professeur Forbes a eu l'obligeance d'en donner la description suivante :

Note sur des ECHINODERMES FOSSILES, *recueillis en Belgique par* SIR CHARLES LYELL.

Dans son mémoire sur la géologie du Brabant, M. Galeotti énumère huit espèces d'oursins fossiles, et en figure sept comme

(*q*) Les fossiles, décrits dans ces appendices, sont maintenant au musée communal de Mons, avec toute la collection de M. le capitaine Le Hon, comme nous l'avons déjà dit. (*Les trad.*)

étant nouveaux, mais sans en donner une description détaillée. Ces dessins sont peu distincts, et insuffisants dans l'état actuel de la science. Il m'a donc semblé utile d'entrer dans des détails plus circonstanciés sur leurs caractères.

Sir Charles Lyell a soumis à mon examen sept espèces d'oursins tertiaires de la Belgique, non compris l'*Echinolampas affinis?*. Toutes ces espèces, sauf une, paraissent être identiques avec celles qui ont été décrites par M. Galeotti.

ECHINOLAMPAS GALEOTTIANUS. N. SP. (Pl. X, fig. 1, *a, b, c*)

Cet *Echinolampas*, qui ne figure pas sur la liste donnée par M. Galeotti, a été trouvé, en abondance, par Sir Charles Lyell, dans la colline de Cassel, près de Dunkerque, et certains naturalistes belges le lui ont désigné comme étant le *Clypeaster* (*Echinolampas*) *affinis* de Goldfuss. Ce fossile diffère, en plusieurs points importants, de la figure de cette espèce représentée dans le « Petrefacta Germaniæ, » et comme j'ai pu étudier plusieurs échantillons très-parfaits, qui présentent tous les mêmes caractères, je crois être fondé à les regarder comme appartenant à une espèce distincte du même genre, non décrite jusqu'ici, et à laquelle je donnerai par conséquent le nom d'*Echinolampas Galeottianus*.

Un grand exemplaire m'a présenté $0^{m},063$ de longueur sur $0^{m},058$ de largeur et $0^{m},025$ de hauteur vers le sommet. La partie supérieure est régulièrement convexe, avec le sommet excentrique et antérieur. La région ambulacraire antérieure est descendante et déprimée, mais elle forme une courbe saillante avant d'atteindre le bord. En arrière, le dôme s'élève graduellement et décrit une courbe régulièrement renflée puis rapidement descendante, jusqu'à ce qu'elle touche le bord postérieur. Les ambulacres du sommet sont lancéolés; l'antérieur est presque symétrique; les autres sont légèrement inéquilatéraux, la paire postérieure est un peu plus longue que l'autre paire. Celle-là diverge suivant un angle considérable, et ses extrémités n'approchent pas autant du bord que celles de la paire antéro-latérale. Chaque rangée de pores se compose d'environ cinquante-deux paires dans l'ambulacre antérieur et de soixante-dix ou plus dans les latéraux. Ces pores sont placés dans des dépressions très-peu profondes, et sont reliés par des sillons, séparés entre eux par des arètes étroites et

granulées. La surface du test, tant au-dessus qu'en dessous, est couverte de petits tubercules presque égaux, logés dans des aréoles. La bouche est très-excentrique, et les ambulacres buccaux sont séparés par des renflements du test. L'anus est infra-marginal et transversement ovale.

Cette espèce diffère de l'*Echinolampas affinis* par son bord comprimé et non renflé, par la déclinaison, en courbe douce, de sa région postérieure, et par la position beaucoup plus excentrique de la bouche.

ECHINOLAMPAS AFFINIS? Goldfuss sp.

Un spécimen d'*Echinolampas*, des environs de Bruxelles, a été présenté à Sir Ch. Lyell, par M. le capitaine Le Hon, sous le nom de *Galerites ovalis;* il est fort probable que c'est le *Clypeaster affinis* de Goldfuss.

ECHINOLAMPAS DEKINI, Galeotti, sp. (Pl. X, fig. 2, *a, b, c*).

C'est le *Galerites Dekini* de Galeotti, pl. IV, *b,* suppl. fig. 10. Cette belle espèce a le test renflé, principalement vers la partie postérieure. Le sommet est très-excentrique. Les ambulacres sont lancéolés et faiblement marqués ; ceux de la paire postérieure sont les plus longs. Les tubercules de la surface sont petits et égaux. La bouche et l'anus sont transverses tous deux ; la première est excentrique, logée dans une dépression, et entourée de granulations.

NUCLEOLITES APPROXIMATUS, Galeotti. (Pl. X, fig. 3, *a, b, c*).

L'échantillon que nous avons vu de ce rare fossile est malheureusement en mauvais état. Il paraît être un véritable *Nucleolites* et présente un grand intérêt, puisqu'il est le seul exemple du genre, que je connaisse, qui soit pourvu d'un sillon anal; il contribue, sous certains rapports, à combler la lacune qui existe entre les espèces crétacées de *Nucleolites* de cette division, et l'unique espèce vivante, *Nucleolites recens,* des mers de la Nouvelle Hollande.

ECHINOCYAMUS PROPINQUUS, Galeotti. (Pl. X, fig. 4, *a, b, c*).

Ceci me paraît une belle espèce ; mais dans ce genre, il est très-difficile de trouver de bons caractères.

La position de l'anus, éloignée du bord, nous rappelle l'espèce vivante, l'*Echinocyamus pusillus*.

SCUTELLINA ROTUNDA, Galeotti, sp. (Pl. X, fig. 5, *a, b, c*).

Cette espèce est la même que le *Nucleolites rotundus* de Galeotti; elle appartient au genre *Scutellina* et est très-voisine de la *S. placentula* des terrains tertiaires parisiens.

LENITA PATELLOIDES, Galeotti, sp. (Pl. X, fig. 6, *a, b, c*).

La même que le *Nucleolites patelloides* de Galeotti. M. Ch. Lyell l'a reçue de M. le capitaine Le Hon, comme étant la *Lenita patellaris* de M. Goldfuss; mais elle diffère de cette espèce par une plus grande convexité et par la position plus marginale de l'anus. Dans ce groupe d'oursins, l'emplacement de l'anus est très-constant et offre des indications certaines pour la distinction spécifique. Je considère cette espèce comme bien distincte et pouvant conserver le nom de *Lenita patelloides*.

SPATANGUS OMALII, Galeotti. (Pl X, fig 7, *a, b*).

L'espèce ainsi nommée par M. Galeotti se rapproche du Spatangus Hoffmanni de M. Goldfuss. M. Galeotti n'a figuré dans son ouvrage qu'un exemplaire très-mauvais et usé, et a omis de représenter les quelques grandes aréoles disséminées, avec leurs tubercules, comme ornement des aires interambulacraires latérales et antéro-latérales. La bouche est placée très-loin du bord et l'extrémité anale est tronquée brusquement. Cette espèce paraît identique avec des fragments d'un Spatangus, trouvés à Barton par M. Fréd. Edwards. Il peut être utile d'en donner une nouvelle description plus complète : test cordé, déprimé; sillon antérieur fortement marqué, et subcaréné sur les côtés. Extrémité postérieure brusquement tronquée, avec l'anus placé à une hauteur modérée. Dos légèrement caréné. Ambulacres dorsaux ovales, à pores reliés par de larges sillons, les antéro-latéraux fortement divergents, les postéro-latéraux se rencontrant sous un angle aigu; les paires de pores au nombre de 12 environ dans les premiers et de 14 dans les derniers. Aréoles très-profondes, avec tubercules; celles de la face dorsale ne se trouvant que sur les portions antérieure et moyenne; celles de la face ventrale disposées en deux groupes de chaque côté de la ligne, passant par la bouche et par l'anus. Bouche assez éloignée du bord antérieur. Face ventrale très-plate.

N° 3.

Nipadites, ou fruits fossiles de palmiers.

Les restes les plus intéressants de plantes fossiles des carrières de Schaerbeek sont ces fruits ovales, déjà mentionnés, et décrits par Burtin dans son *Oryctographie de Bruxelles*, en 1784, comme étant des noix de coco. M. Bowerbank les a nommés *Nipadites*, à cause de leur analogie de formes avec le *Nipa fruticans*, palmier qui abonde dans le Delta du Gange et dans d'autres parties du Bengale et qui est l'unique espèce vivante connue de ce genre. M. Ad. Brongniart a adopté le même nom générique, et il a remarqué que plusieurs des fruits fossiles de Bruxelles sont assez bien conservés pour que l'on puisse y observer le manque de l'endocarpe ligneux marqué de trois pores, qui caractérise si bien la noix de coco.

M. Bowerbank énumère treize espèces de *Nipadites* dans la formation de l'argile de Londres de l'île de Sheppey, et il considère les fossiles de Schaerbeek, que M. le capitaine Le Hon a eu l'obligeance de me prêter pour les dessiner, comme appartenant à quatre des espèces britanniques, qui sont :

1° Nipadites turgidus, *Bowerbank. Fruits fossiles*, pl. 5. . . . . } *Nipadites Burtini*
2° N. giganteus, *Bow.* pl. 6, fig. 1. . . } (d'après le d^{r}. Hooker).
3° N. lanceolatus, *Bow.* pl. 3, fig. 7 et 8.
4° N. Parkinsonis, *Bow.* pl. 4.

Le docteur Hooker regarde les deux premiers comme appartenant probablement à la même espèce, qui devrait être nommée *Nipadites Burtini*, Brongn. Plusieurs des espèces de M. Bowerbank, comme il en est maintenant convaincu, peuvent n'être fondées que sur des différences qui appartiennent à des variétés individuelles, ou qui sont plus fréquemment encore le résultat des différentes phases de la croissance et de la pression qu'exercent, les uns contre les autres, des fruits agrégés en régimes. Elles ont été choisies par lui, comme offrant les formes les plus constantes et les plus tranchées, parmi plusieurs centaines d'individus de l'île de Sheppey.

NIPADITES BURTINI, Brongniart (Pl. X, fig. 9, 10, 11 et 12).

La longueur du plus grand échantillon de Schaerbeek est de 0m,188 ; sa largeur de 0m,10. La fig. 9, représente un spécimen arrivé à maturité, nommé *N. turgidus*, par M. Bowerbank. La figure donnée par Burtin, pl. 30, fig. A, est bonne, mais l'échantillon de M. Le Hon, figuré ici, montre d'une manière plus complète la texture et la forme du péricarpe et de la graine qu'il renferme. La fig. 11, est une vue latérale d'un autre échantillon, portant les traces de mollusques perforants, probablement de *Térédines*.

La fig. 12 montre la base du même fruit rompue en *a*, fig. 12, et les cavités creusées par des *Térédines* et remplies de grès; le vide du péricarpe est rempli de la même substance (*a*, *b*).

L'exemplaire représenté par la fig. 10, se rapporterait au *N. giganteus*, Bow. ; d'après M. le docteur Hooker, c'est un fruit de la même espèce que les précédents, mais abortif ou qui n'est pas parvenu à maturité ; le péricarpe en est anguleux, caractère que l'on retrouve dans les échantillons de fruits mûrs. Ce fossile ressemble beaucoup au *Nipa fruticans* vivant, par l'acuité du sillon proéminent et la gibbosité de son contour; le péricarpe en a aussi la texture grossièrement fibreuse.

Le docteur Hooker m'a montré des fruits de la même plante de *Nipa fruticans* des Sunderbunds du Gange, présentant entre eux des différences beaucoup plus grandes dans la forme et dans le contour, que le *N. turgidus* et le *N. giganteus*. Un de ces fruits de l'espèce vivante, n'a pas en dimension un cinquième d'un autre provenant du même régime.

Plusieurs des échantillons de Sheppey, appartenant à M. Bowerbank, ne sont pas moins grands que ceux de Bruxelles. Si les fruits étaient en même nombre sur un même plant, un seul régime de ceux-ci devait excéder de beaucoup le volume d'une tête du *Nipa* vivant. L'absence de la graine dans plusieurs des péricarpes de Schaerbeek, qui ont atteint tout leur développement, est chose toute naturelle, car M. le docteur Hooker m'a affirmé que les enveloppes seminifères du sommet sont ordinairement abortives chez le *Nipa* vivant, ce qui arrive souvent aussi pour ceux du reste du régime.

Quelques-uns des fruits de Schaerbeek sont perforés par des *Térédines*, et leur péricarpe est silicifié.

NIPADITES LANCEOLATUS, Bowerbank et N. CLAVATUS? Bowerbank.
(Pl. X, fig. 13 et 14).

La fig. 13 représente un fruit ouvert, montrant le péricarpe (*a*) et le moule de la graine, ou de sa cavité (*b*) portant une impression de l'endocarpe.

La fig. 14 est une vue de profil de ce même moule ou noyau, détaché du péricarpe; on y voit son point d'attache à la base. Dans aucune partie de cet échantillon on ne remarque de restes du tissu végétal.

NIPADITES PARKINSONIS, Bowerbank. *Cocos Parkinsonis*, Ad. Brongniart, Prodrome, p. 121. (Pl. X, fig. 15 et 16).

La longueur de l'échantillon de Schaerbeek, est de 0^m,035; sa largeur de 0^m,028.

La fig. 15 fait voir en *a* le moule de la partie externe du péricarpe et en *b*, le noyau ou moule de l'endocarpe ou surface interne du péricarpe. Dans cet échantillon comme dans les autres, le moule est d'une forme semblable à celle du fruit, mais sans aucune trace de tissu.

La fig. 16 est une autre vue du noyau, montrant l'ouverture par laquelle le sable a pénétré par la base.

Toutes les figures ci-dessus sont réduites à la moitié des dimensions des fossiles.

N° 4.

Honium Bruxelliense.
(Pl. X, fig. 17 et 18.)

J'ai donné le nom générique de *Honium* au curieux fossile de Schaerbeek, représenté par les fig. 17 et 18 de la planche ci-jointe et que je suis tenté de considérer comme une éponge, me conformant en cela aux idées de M. le capitaine Le Hon, qui l'a découvert. Les paléontologistes ont fait de nombreuses conjectures sur sa nature véritable; plusieurs ont avancé que c'était une partie du spadice ou chaton d'une cycadée, en se fondant sur ce que sa substance paraît principalement composée de tissu cellulaire. Mais, M. le docteur Hooker me dit n'avoir jamais observé, dans aucune plante, la structure réticulée qu'offre une partie du *Honium*; il est donc opposé à l'opinion qui lui attribue une origine végétale. Peut-être doit-on ranger ce fossile parmi les éponges, comme contenant beaucoup d'épines d'une forme analogue à celle des *Spicules*

d'éponges; mais je n'oserais affirmer que ces épines appartiennent réellement au fossile, car les deux échantillons représentés fig. 22 *a* et 22 *b*, contiennent plusieurs pointes d'un Echinoderme, qui n'en font certainement pas partie, et dont quelques-unes sont disséminées dans la roche, quoique nulle part en faisceaux aussi épais que dans un des échantillons de *Honium*. Un petit fragment du test d'un *Spatangus* est cependant demeuré dans une des pierres contenant des *Nipadites* provenant de la même couche de Schaerbeek, ce qui démontre la coexistence des Echinodermes et du Honium.

La convergence des lignes de trous dans la réticulation, vers le pédoncule, a paru à M. le docteur Hooker, être incompatible avec la structure des végétaux. Quelques éponges présentent, au contraire, la même apparence.

La fig. 17 représente ce fossile en grandeur naturelle. C'est un corps ovalaire-obtus, ayant son grand axe placé transversalement et portant un sinus sur le bord supérieur, et, du côté opposé, un prolongement conique en forme de tige ou de pédoncule. Cette face de l'objet est convexe; l'autre surface, sur le fragment correspondant du noyau, qui n'a pas été conservé, lui était probablement parallèle, puisqu'il se présente une légère cavité. Il demeure des traces d'un sillon sur le bord du moule (fig. 21 *a*) qui indique l'épaisseur des contours arrondis du *Honium*, qui était probablement de moins de 0^{m},0025. La tige où le pédoncule se continue dans le corps de l'objet, comme on le voit par une proéminence granuleuse à sa surface, ou en d'autres termes, une mince arète, partant à peu près du centre, descend de la surface du corps vers le pédoncule. Des amas de *Spicules* sont engagés dans la surface de cet échantillon, et sur une petite partie de celle-ci on voit des réticulations, qui sont encore plus visibles dans l'échantillon représenté dans la fig. 18, où le réseau recouvre les piquants en un certain endroit.

Sur les fig. 22 *a* et 22 *b*, les *Spicules* de l'échantillon décrit ci-dessus sont isolées et grossies; *a*, et *c*, *c*, sont des *Spicules* d'éponge?, *b* et *d*, des piquants d'un *Spatangus*.

Les uns et les autres sont plus ou moins enduits de la matière terreuse, cimentant le grès qui les renferme. Les grains de sable étant enveloppés dans le même ciment calcareo-siliceux, ils sont

souvent soudés aux *Spicules*, et lorsqu'il arrive qu'un de ces grains adhère à l'extrémité de l'une de celles-ci, il lui donne l'apparence d'un piquant à base bulbeuse. La longueur des spicules varie de 0m,002 à 0m,0025.

La fig. 18, de grandeur naturelle, offre un autre échantillon de *Honium*. Un petit nombre de *Spicules* se trouve disséminé dessus, et la surface est presque entièrement couverte d'un réseau fin.

On voit, fig. 19, une portion grossie, prise près du centre de la surface de la fig. 18; fig. 20, une autre portion de la partie centrale du même échantillon, montrant la surface réticulée *b*, convergeant vers l'arête granuleuse *a*, et passant en dessous; fig. 21 *a*, une partie grossie de la surface au bord, près de la tige, du côté droit de la fig. 18. Enfin, fig. 21 *b*, une partie de la surface du sinus de l'échantillon fig. 2, où le réseau prend l'aspect d'une membrane ridée ou à laquelle un tissu cellulaire a été fixé, tandis que le reste du tissu a été détruit.

De petits amas d'une matière noire, charbonneuse et pulvérulente, tachent les cavités dans les deux échantillons.

ANNEXE A.

Tableau de la classification des terrains tertiaires du Bassin de Par
SUR LE SYNCHRONISME DES FORMATIONS TERTIAIRES DE LA BELGIQUE, DE L'ANGL
de Belgique, le 2 août 1851.

BELGIQUE.

2me série (pliocène)		Système scaldisien	
		Système diestien	
1re série	Miocène	Système bolderien	Nymphéen (lignite du Rh
			Marin
	Éocène supérieur ou miocène infér.	Système rupelien	Argile schistoïde de Boo
			Sable jaunâtre
	Éocène supérieur	Système tongrien	Argile verte de Henis
			Sable glauconifère de Le
		Système laekenien	Sable sans fossiles
			Sable fossilifère de Laek
	Éocène moyen	Système bruxellien	Sable quartzeux
			Sable calcareux
			Sable glauconifère
		Système paniselien	Argilo-sableux.
		Système ypresien	Sable
			Argile
	Éocène inférieur	Système landenien	Nymphéen
			Marin
		Système heersien	(Crétacé).

(1) *Bulletin Acad. royale de la Belgique*, t. XVIII, n° 8.

(2) En admettant, avec M. Prestwich, que le sable de Bracklesham correspond au fossilifère inférieure de mon système laekenien, dont il paraît, d'ailleurs, renfermer *Turritella brevis, Bulla constricta, Bulla Sowerbyi*).

e, du Bassin de Londres et de la Belgique, d'après le mémoire RD DE LA FRANCE, *communiqué par M. Dumont à l'Académie royale*

.SSIN DE PARIS.	BASSIN DU HAMPSHIRE.	BASSIN DE LONDRES.
otentin?	. . . .	Crag.
Touraine?		
ıstre supérieur.		
'ontainebleau.		
Cyrena semistriata, etc.		
ıstre moyen.	Dépôt lacustre de l'île de Wight.	
yen	Sable sans fossiles d'Hordwell.	
Nummulina variolaria de	Argile de Barton ([1]).	
grossier	Sable de Brackleshanı.	Sable de Bagshot.
sables inférieurs.	Argile de Bognor	Argile de Londres.
ı Soissonnais	Plastic clay.	Plastic clay.
: inférieure.		

, par conséquent, au système bruxellien, l'argile de Barton correspondra à la partie siles (*Corbula pisum, Venus Solandri, Cypricardia pectinifera, Pecten corneus,*

ANNEXE B.

Tableau chronologique et classification des terrains tertiaires des bass
André Dumont, membre é

(Ce tableau, communiqué le 16 juin 1852, est l'exposé de la plus récente manière d
faites pendant son v

BELGIQUE.			BASSIN DU HAMPSHI	
Système tongrien .	Étage supérieur.	Partie sup.	Marne gris verdâtre Marne rouge et verte Marne gris verdâtre	lacu
		Partie inf.	Sable calcareux à Cyrènes Macigno à ostracite et marnolite Argile verte à Cyrènes	fluvi
	Étage inférieur.	Partie sup.	Calcaire argileux à Lymnées et marnes	
		Partie inf.	Lignite Marne sableuse Argiles massives et schistoïdes Sable argileux et argiles sableuses Sables à grains fins Sables à grains moyens simples, argileux, ou ferrugineux	en co ter
Système laekenien.	Étage supérieur.		Sable à grains moyens jaunâtre et blanc nant avec des sables argileux à grains Sable fin argilo-ferrugineux.	
	Étage inférieur.		Sable argileux à grains fins. Argile plastique et argile sableuse. Sable simple. Sable glauconifère. Argile sableuse glauconifère	
			Argile plastique et argile sableuse Argile sableuse glauconifère et calcaire Sable calcareux à petites nummulites	
Système bruxellien.	Étage supérieur.	. . . . . .	. . . .	
	Étage inférieur.		Grès calcareux. Argile sableuse glauconifère. Sable glauconifère. Sable argileux, psammite et macigno gl à *Venericardia planicostata*, ou argile glauconifère. Argile sableuse et sable argileux. Cailloux.	
Système paniselien?	. . . .	. . . . . .	. . . .	
Système ypresien. .	Étage supérieur.		Lignite Argile plastique Argile sableuse Sable argileux Sable argileux glauconifère Sable à gros grains et à grains moyens simples et ferrugineux.	en c ter
			Sable fin glauconifère.	
	Étage inférieur.		Argile plastique et argile sableuse.	
			Argile sableuse Sable argileux glauconifère Grès ferrugineux glauconifère.	[illegible]
Système landenien.	Étage supérieur.		Argile sableuse. Argile plastique bigarrée.	
		. . . . . .	. . . .	
	Étage inférieur.		Sable argileux à gros grains. Silex reniformes.	

…shire et de Londres, suivant la classification admise en Belgique, par … Société géologique de Londres.

…mont. sur les relations stratigraphiques des terrains tertiaires et le résultat des observations …erre pendant l'été de 1851.

	BASSIN DE LONDRES.	
…ill marls et …stone.		
…Hill sand.	Sable à grains moyens jaunâtre et grès blanc. Sable demi-fin.	Bagshot sand supérieur.
…n clay.	Sable glauconifère.	
. . . .	Sable à grains moyens.	
…ham sand.	Argile et sable glauconifère (1–5). Sable argileux glauconifère. Sable très-glauconifère ($^2/_5$–$^1/_5$), plus ou moins argileux, avec couches de sable argileux fin.	Bagshot sand moyen.
. . . .	Lignite. Argile sableuse à grains très-fins avec un lit de sable glauconifère de Woking.	Bagshot sand inférieur.
	Sable à gros grains et à grains moyens. Sable fin glauconifère avec lits d'argile sableuse à grains fins.	
…or clay.	Argile plastique et argile sableuse. Sable glauconifère à dents de Lamna.	London clay.
…tic clay.	Argile sableuse, sable argileux glauconifère (1–30). Argile plastique bigarrée et trace de lignite. Sable à grains moyens. 2me lit de cailloux et calcaire caillouteux fossilifère. Couche fossilifère et lit d'argile quartzifère schistoïde. Limonite cloisonnée. Sable glauconifère et lits d'argile schistoïde. 1er lit de cailloux. Sable à grains moyens silexifère (1–25). Sable argileux silexifère (1–10). Psammite glauconifère (1–10). Psammite silexifère ($^1/_2$). [illegible]	Plastic clay.

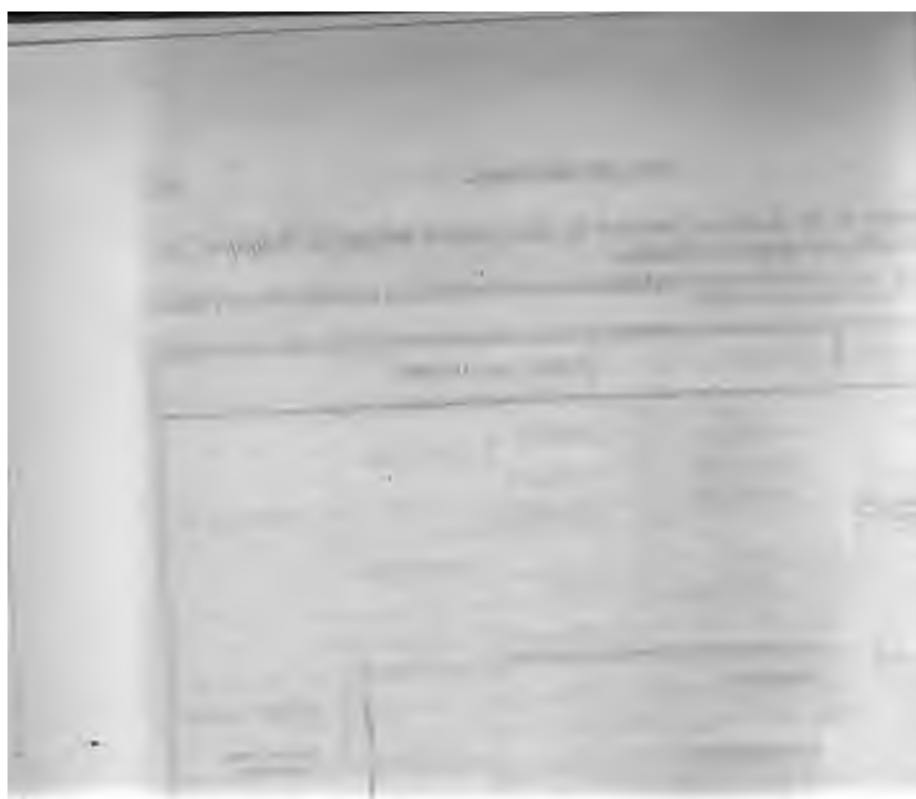


MÉLANGES.

I. — Pisciculture.

lissements dans lesquels on pratique la pisciculture
chaque jour, en nombre et en importance.
quence naturelle de cet accroissement est de donner à
une marche plus rapide et plus assurée, guidée, qu'elle
plus grand nombre d'expériences.
rvations recueillies, pendant les deux années qui vien-
écouler, paraissent devoir conduire à une distinction
sée entre les procédés de multiplication des poissons à
et des poissons à petits œufs.
stinction, dont les *Rapports sur la pisciculture*, insérés
cueil, ont indiqué l'opportunité, a produit un double
n ce sens que, en cherchant à éviter la manipulation
ssons à petits œufs, on a été forcément amené à réunir,
ser la ponte, le plus grand nombre possible des condi-
rchées par le poisson en liberté, et que les excellents
btenus en suivant cette voie, ont exercé une influence
ur les précautions employées dans la fécondation arti-
poissons à gros œufs.
ance générale de la science est donc de se rapprocher
plus des procédés de la nature. On peut d'ailleurs
les faits suivants des progrès réalisés dans ces derniers

eur Lamy, désirant soustraire les œufs des carpes d'un
arc de Maintenon, aux causes nombreuses de destruc-
uelles ils étaient exposés antérieurement, et voulant,
ôté, éviter les manipulations de la fécondation artifi-





MÉLANGES.

I. — PISCICULTURE.

Les établissements dans lesquels on pratique la pisciculture oissent, chaque jour, en nombre et en importance.

La conséquence naturelle de cet accroissement est de donner à science une marche plus rapide et plus assurée, guidée, qu'elle t, par un plus grand nombre d'expériences.

Les observations recueillies, pendant les deux années qui vien- ent de s'écouler, paraissent devoir conduire à une distinction en tranchée entre les procédés de multiplication des poissons à os œufs et des poissons à petits œufs.

Cette distinction, dont les *Rapports sur la pisciculture*, insérés ns ce recueil, ont indiqué l'opportunité, a produit un double ogrès, en ce sens que, en cherchant à éviter la manipulation ir les poissons à petits œufs, on a été forcément amené à réunir, our favoriser la ponte, le plus grand nombre possible des condi- ons recherchées par le poisson en liberté, et que les excellents sultats, obtenus en suivant cette voie, ont exercé une influence vorable sur les précautions employées dans la fécondation arti- ielle des poissons à gros œufs.

La tendance générale de la science est donc de se rapprocher plus en plus des procédés de la nature. On peut d'ailleurs ger par les faits suivants des progrès réalisés dans ces derniers mps.

Le docteur Lamy, désirant soustraire les œufs des carpes d'un ang du parc de Maintenon, aux causes nombreuses de destruc- on auxquelles ils étaient exposés antérieurement, et voulant, un autre côté, éviter les manipulations de la fécondation artifi-

cielle, a fait faucher, au moment de la ponte, les herbes de l'étang sur lequel il opérait, et il a remplacé ces herbes par des touffes de petites branches de bois, fixées sur le pourtour de cadres rectangulaires également en bois. Les carpes ont, à défaut d'herbes, déposé leurs œufs sur les frayères artificielles, et le docteur Lamy, en transportant ces frayères chargées d'œufs dans des appareils d'éclosion convenablement disposés, a obtenu de jeunes carpes en quantité telle que, bien que le nombre des œufs déposés sur ces touffes de menu bois, soit vraisemblablement moindre que celui qui eût été déposé sur les herbes; cependant le nombre de jeunes carpes obtenues est de beaucoup supérieur au chiffre de la production ordinaire de l'étang.

Une expérience du même genre a été faite dans les étangs de Troissereux, chez M. le marquis de Courberon, et là, comme à Maintenon, les œufs pondus et fécondés naturellement, mais introduits ensuite dans des réservoirs abrités contre la voracité des poissons et autres animaux friands des œufs, ont donné des éclosions innombrables.

S'il est toujours facile de faire et d'abriter la récolte des œufs des poissons qui attachent leur frai aux herbes, il n'en est pas de même des œufs des salmones, qui déposent leur frai au fond de l'eau et qui le recouvrent ensuite d'une couche de gravier. Il faut donc pour ces espèces pratiquer la fécondation artificielle, et les progrès de la science consistent principalement dans les soins apportés à l'incubation.

D'abord, le lit sur lequel reposent les œufs a reçu un important perfectionnement par la substitution de baguettes de verre aux claies d'osier et aux toiles métalliques précédemment en usage. Le verre s'offre dans des conditions d'inaltérabilité extrêmement précieuses, et, en outre, son poli, très-favorable à la conservation de l'enveloppe si frêle des jeunes poissons, facilite le glissement des matières entraînées par les eaux et leur permet de tomber au fond des rigoles, d'où on peut les extraire, sans remuer les œufs, en produisant un courant de fond.

En second lieu, il résulte d'observations microscopiques faites par M. Caron de Beauvais, qu'il y a toujours danger à remuer les œufs, particulièrement pendant les premiers jours qui suivent la fécondation. A moins d'une nécessité absolue, comme celle du

transport des œufs à une certaine distance du lieu où la fécondation a été opérée, il faut éviter tout déplacement.

En ce qui concerne l'empoissonnement par les produits des piscifactures, M. Coste, de l'Institut, a empoissonné de truites les nouveaux lacs du bois de Boulogne, à Paris, et une pêche, faite un an après cet empoissonnement, a permis de constater la présence d'une quantité de jeunes truites remarquables, et par leur nombre, et par la rapidité de leur développement. On sait que les truites, bien que vivant principalement dans les rivières, habitent volontiers les étangs dont l'eau est vive, quoiqu'elles ne s'y multiplient pas; mais ici il y avait une question d'acclimatation qui a été heureusement résolue.

L'acclimatation des silures du lac de Fœdersée (Souabe), rapportés par M. Valenciennes, de l'Institut, et introduits dans les pièces d'eau de Versailles, paraît avoir donné des résultats non moins avantageux. Cet essai d'acclimatation, dont il a déjà été question dans les rapports de M. De Clercq sur la pisciculture, et sur la réussite duquel l'auteur de ces rapports ne partageait pas entièrement les craintes manifestées il y a deux ans, a été couronné d'un heureux succès; des réparations à faire aux ouvrages dépendants des étangs ayant nécessité une baisse des eaux, on a retrouvé les poissons originaires de la Souabe, et M. Valenciennes a fait connaître à l'Institut les augmentations de poids et de grandeur, tout à fait hors ligne, acquises par les nouveaux hôtes des étangs de Versailles.

Ces quelques faits, pris parmi un grand nombre d'autres également heureux, sont de nature à encourager les tentatives et ils ont eu, en effet, ce résultat, non-seulement à l'étranger mais encore en Belgique, où un établissement de pisciculture vient d'être fondé sur les bords de la Lesse, dans la province de Luxembourg. On peut, à l'avance, prédire le succès de cette piscifacture établie dans des conditions analogues à celles qui ont conduit, en moins de trois ans, l'établissement impérial de Beauvais à l'état de prospérité qu'il a acquis aujourd'hui.

II. — Emploi de l'aiguille-coin. — Procédé d'arrachement de M. Marquet, directeur du charbonnage des Six-Boniers, a Ougrée (Liége).

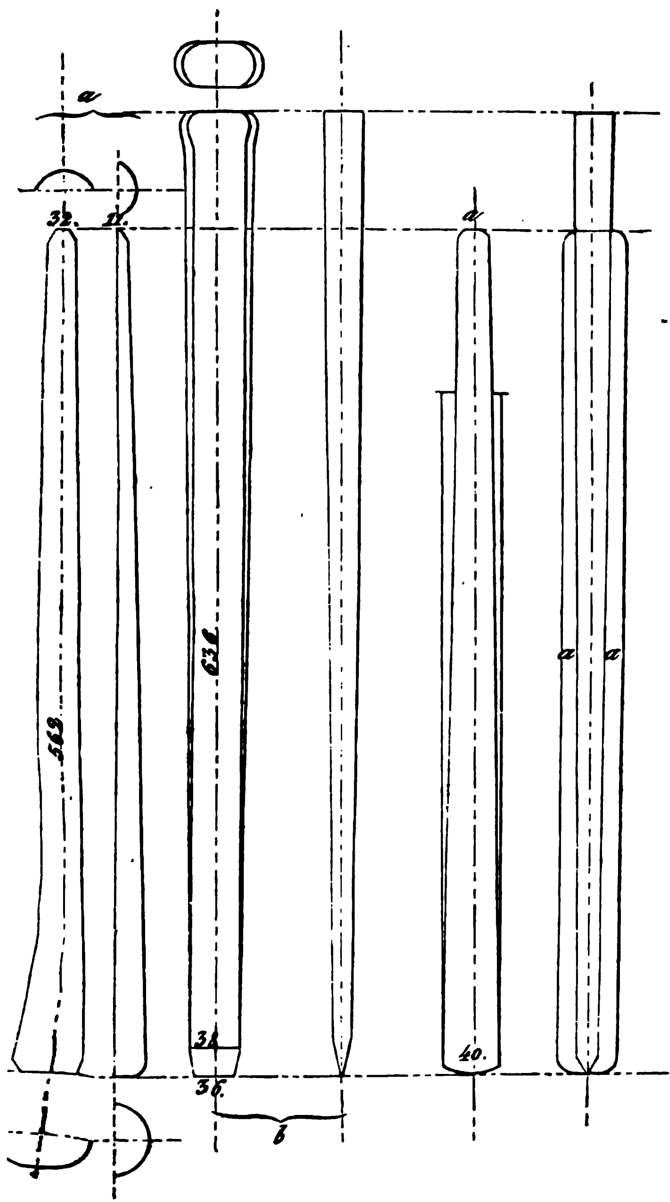
Rapport de MM. A. Geoffroy et V. Flamache, sous-ingénieurs à la deuxième direction des mines.

Le 5 juillet 1855, nous avons examiné, dans les travaux de la houillère des *Six-Boniers*, à Ougrée, le procédé employé par M. Marquet, directeur de ce charbonnage, pour remplacer le tirage à la poudre dans les circonstances où la présence du gaz inflammable rend impossible l'emploi de ce dernier mode d'arrachement.

Le croquis ci-contre représente l'outil au cinquième de sa grandeur naturelle. La longueur des pièces *a* varie de 0m,500 à 1m,000; mais les proportions relatives indiquées par les cotes doivent toujours subsister, quels que soient la longueur et le diamètre.

Les deux pièces *a* sont placées dans un trou de mine ordinaire, leurs faces planes juxtaposées, de sorte que le fond du trou de mine est rempli très-exactement, tandis qu'à l'orifice il reste un espace libre, circulaire, dont la largeur augmente évidemment avec la profondeur du trou. Les deux faces planes de jonction ayant été légèrement graissées à l'aide d'un tampon d'étoupe enduit de suif, on introduit entre elles le tranchant du coin *b*, qu'on chasse à fond à coups de masse et qui, écartant les pièces *a*, produit une augmentation de diamètre au trou de mine et par conséquent la rupture de la roche dont les débris, restés en place, sont aisément enlevés au pic. Il est bien entendu que le plan de jonction des faces planes, et partant, le tranchant du coin, doivent être normaux à la direction dans laquelle la roche doit être abattue. Dans la position indiquée au croquis, la roche sera écartée vers le haut ou vers le bas.

L'expérience a démontré que les deux pièces *a* doivent se fabriquer en fer doux ordinaire. Ce sont des demi-ronds laminés d'après les dimensions du gros bout et qu'on étire ensuite à la forge pour leur donner l'épaisseur voulue à l'autre extrémité.


a
32.
11.
562
631
31
36.
b
a
40.
a
a

Le coin *b* est en fer dur à grains.

Ces pièces sont ordinairement réparées après chaque poste, ainsi qu'il est d'usage de le faire pour la plupart des outils du mineur.

Nous avons vu employer le procédé de M. Marquet :

1° Dans une galerie à travers-bancs percée dans un schiste dur, où la présence du grisou ne permet pas le tirage à la poudre.

On a pratiqué dans la roche, normalement aux strates, deux trous de $0^m,23$ et de $0^m,34$ sur $0^m,04$ de diamètre. Le coin *b* chassé entre les deux pièces *a*, a chaque fois détaché complétement, sur toute la profondeur du trou, la partie de la roche comprise entre le trou et la face inférieure du bloc mise à découvert.

La différence entre l'effet observé ici et l'effet bien connu de la poudre, c'est que le premier ne peut s'exercer, quand le trou est normal aux strates, qu'à la condition qu'une paroi du bloc à détacher soit découverte à l'avance.

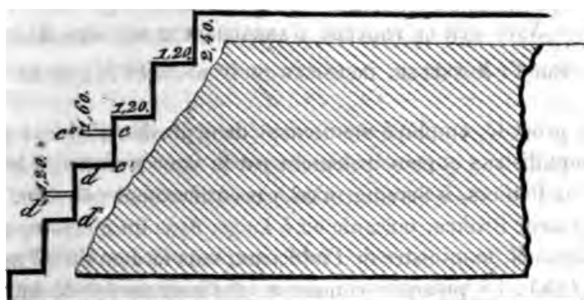
Pour attaquer une surface plane, on placerait le trou obliquement.

Quoique ce travail n'ait pas la rapidité de l'arrachement à la poudre, il est bien plus efficace que les autres procédés par lesquels on essaie habituellement de remplacer celui-ci. C'est surtout pour le percement des voies de roulage et d'aérage qu'il y aurait lieu de s'en servir dans les mines à grisou : dans ces galeries, les surfaces à attaquer se présentent plus avantageusement, au point de vue de notre procédé, que dans les galeries de traverse ou *bacnures*, et l'on peut admettre qu'il y suivrait facilement l'avancement de la taille.

2° Dans une taille en plateure de la couche Dure-Veine ($0^m,70$ de puissance, sans havage, charbon solide et résistant). On comprend d'abord que l'inclinaison de la couche n'a aucune influence sur le procédé d'arrachement, pour autant que l'on n'atteigne pas l'inclinaison des dressants : un degré de pente ou 45°, c'est ici exactement la même chose, quant à l'arrachement.

Cette taille est divisée en gradins.

Deux trous, *c* et *d*, ont été percés à la tarière au milieu de deux gradins. Le forage de chacun de ces trous n'a pas duré 15 minutes.



Les coins chassés en *c* et en *d* ont détaché presqu'en un seul bloc, les parties *c c' c''* et *d d' d''* de la couche. Un second trou, placé en haut de chacun des gradins attaqués, aura suffi pour enlever ce qui en restait au-dessus des trous *c* et *d*. Les blocs abattus ont été dépécés avant d'être descendus vers la voie de roulage. Il ne faut pas 5 minutes pour chasser les coins à fond, sur 1 mètre de longueur.

Ce procédé réunit donc les avantages d'une grande rapidité et de la production de très-gros charbon. Il rend le havage inutile : il est applicable dans toutes les couches en plateur un peu solides.

Nous concluons, en conséquence, à ce que l'emploi en soit préconisé, non-seulement dans les couches à grisou, telles que Dure-Veine, du bassin de Seraing, mais encore dans les couches de la rive gauche de la Meuse, où l'on se sert du tirage à la poudre dans des tailles droites : comme le procédé de M. Marquet exige des tailles en gradins renversés, les seules rationnelles pour l'exploitation de nos couches de houille, son application aura encore l'avantage de forcer à renoncer au système des tailles droites, aujourd'hui reconnu mauvais, mais néanmoins admis par la plus aveugle des routines.

III. — Note sur le procédé d'arrachement du sieur Marquet, par M. Mueseler, ingénieur du 6e district des mines.

Ce procédé, employé maintenant dans plusieurs mines à grisou de mon district et principalement par le sieur Marquet, à la mine des Six-Boniers, à Seraing, n'est pas entièrement nouveau.

Le sieur Brohée, mécanicien à Liége, dans un mémoire qu'il a adressé à M. le ministre de l'intérieur, sous la date du 23 novembre 1853, l'a présenté comme un des instruments de sauvetage en cas de coup de feu dans les mines.

Voici l'extrait de ce mémoire :

« S'il arrive que le passage est interrompu, et on ne peut pas » tirer des mines à causes des gaz, on fait plusieurs trous de » 4 pouces de profondeur, avec des fers dont on se sert ordinai- » rement pour miner ; on place deux embouchoirs en acier dans » chaque trou, sur lesquels on place une clef en acier de la lon- » gueur de 5 pouces, on frappe dessus et les pierres les plus grosses » se fendent. »

» L'on peut se servir de ces instruments dans les carrières comme » dans les houillères, et on parvient ainsi à se pratiquer un pas- » sage. »

Vers la fin de 1853 et au commencement de 1854, l'on faisait usage de ce procédé dans l'approfondissement du bure Fanny, au charbonnage de l'Espérance, à Seraing.

Quoi qu'il en soit, d'après un entretien que j'ai eu récemment avec M. Choteau, je suis porté à croire, comme l'a dit M. Marquet, dans un article du *Journal de Liége,* que l'idée première de ce procédé appartient à M. Alfred Choteau, qui n'en ayant pas fait un secret, en a donné connaissance au sieur Brohée et même aux ouvriers qui en ont fait usage au charbonnage de l'Espérance.

M. Marquet a été amené à faire usage du procédé en question, par la nécessité où il s'est trouvé de devoir avancer une tranchée à travers-bancs, dans laquelle on avait rencontré des soufflards de gaz, qui n'auraient pas permis de faire usage de la poudre, sans s'exposer à des coups de feu.

En appliquant ce procédé à l'avancement d'une tranchée,

M. Marquet a concouru à la solution d'un des plus importants problèmes de l'art d'exploiter les mines à grisou, et pour s'en convaincre, il suffit de se rappeler les coups de feu survenus aux houillères de Horloz, le 31 mai 1844, d'Ougrée le 29 avril 1841, de Maribaye le 4 janvier 1851 et de Cockerill, le 7 juillet 1855.

Ces catastrophes ont toutes été causées par l'usage de la poudre, la première au bossement et les trois autres dans des tranchées à travers-bancs.

On doit donc former des vœux pour que les exploitants, les directeurs et les officiers des mines, chacun dans la limite de ses attributions, concourent à la propagation de ce procédé et parviennent, le plus promptement possible, à toutes les améliorations dont il est susceptible.

IV. — Procédé héliographique de M. Niepce de Saint-Victor.

M. Figuier, en parlant de la photographie, dans son ouvrage des *Découvertes modernes*, publié en 1854, rappelle qu'aussitôt après la découverte de Daguerre, on s'est occupé de la transformation des plaques *daguerriennes* en planches à l'usage des gravures. Il fait connaître, à ce sujet, les travaux du docteur Donné, ceux de M. Fizeau, enfin les applications faites de la pile galvanique par M. Grove, en Angleterre. Après avoir donné l'explication du procédé employé par ce dernier, M. Figuier se résume en disant :

» Ainsi un dessin tracé par la lumière peut être gravé par l'électricité. Tout est surprenant, tout est merveilleux dans ces mille » inventions nouvelles qui, chaque jour, apparaissent autour de » nous. La lumière est domptée, le fluide électrique est un serviteur obéissant; de la lumière on fait un pinceau et de l'électricité un burin. Partout, la main de l'homme est bannie. A la » main tremblante de l'artiste, au regard incertain, à l'instrument rebelle, on substitue les forces inévitables des agents naturels. C'est ainsi que tous les arts, toutes les industries se » trouvent aujourd'hui sous le coup de révolutions profondes dont

» il est impossible de calculer la portée; c'est ainsi que les puis-
» sances aveugles de la nature menacent de remplacer partout
» la main et presque l'intelligence de l'homme. Rien n'est plus
» propre à marquer la grandeur actuelle des sciences, à faire
» deviner le rôle immense qu'elles sont appelées à jouer. »

Après avoir rapporté ces diverses expériences, M. Figuier avait raison d'ajouter que les services que la photographie rendra, ne seront pas limités au domaine des sciences, mais s'étendront aussi dans la sphère des arts.

Un fait récent dont M. Neremburger, membre de l'académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, a entretenu cette assemblée, en séance du 1er décembre 1855, est venu confirmer les prévisions de M. Figuier et nous a paru présenter assez d'intérêt pour nous engager à reproduire, dans ce recueil, le compte qui en a été rendu.

M. Neremburger s'est exprimé dans les termes suivants :

« Vers la fin du mois d'octobre dernier, je me rendis à Paris,
» dans le but de savoir si on s'y occupait de la reproduction de
» cartes topographiques par la photographie. — Cet objet avait
» pour moi un intérêt particulier; car je suis appelé par la posi-
» tion que j'occupe au département de la guerre, à suivre les
» progrès de la plupart des branches auxquelles la science choro-
» graphique emprunte ses moyens d'exécution.

» Je visitai plusieurs ateliers de photographie, je parcourus plu-
» sieurs magasins d'estampes, je m'arrêtai devant les magnifiques
» produits photographiques de l'exposition, mais je ne trouvai
» nulle part de reproduction de cartes, si ce n'est une épreuve
» daguerrienne de plan en relief, qui se trouvait au palais de
» l'Industrie.

» Dans ces recherches, mon attention se porta tout particuliè-
» rement sur des reproductions de gravures obtenues par un pro-
» cédé que je ne m'expliquais pas, quoiqu'il excitât vivement ma
» curiosité.

» Je vis, à l'exposition, dans un cadre de grandes dimensions,
» des gravures originales, et, à côté d'elles, des plaques d'acier
» gravées en creux, d'où elles semblaient avoir été déduites; mais
» chaque gravure était en double. L'une d'elles portait cette in-
» scription au crayon : *Achetée à la vente de...* 1,008 *francs*, et

» l'autre, toute semblable, du moins en apparence, était cotée » 2 francs.

» Désireux de pénétrer le secret de cette singulière exhibition, » je cherchai à voir l'homme qui, dans ces derniers temps, a le » plus contribué aux progrès de la photographie; j'ai nommé » M. Niepce de Saint-Victor, neveu de M. Niepce, le collabora- » teur de Daguerre. Un de nos collègues qui se trouvait alors à » Paris, eut l'obligeance de solliciter, et il obtint pour moi de » M. Dumas, une lettre d'introduction auprès de M. Niepce. » Lorsque j'eus exposé les motifs de mon séjour à Paris et de ma » visite, cet artiste éminent me dit qu'on ne s'était pas occupé » jusque-là de reproduire les cartes par les procédés nouveaux, » mais qu'il ne doutait pas de la possibilité d'atteindre ce but; » que, du reste, je partagerais sa conviction lorsque j'aurais vu ce » qu'il allait me montrer.

» L'habile et célèbre photographe tira alors, d'un portefeuille, » un assez grand nombre de dessins très-remarquables. Les uns » semblaient être faits au crayon de mine de plomb, d'autres au » crayon noir, d'autres au crayon rouge et blanc; quelques-uns » de ces dessins avaient l'aspect de véritables gravures ou de pho- » tographies. M. Niepce m'étonna singulièrement lorsqu'il m'ap- » prit que tous ces dessins, indistinctement, étaient des gravures » sur acier, obtenues par son procédé héliographique; il ajouta » encore à ma surprise, par l'explication succincte qu'il voulut » bien me donner de l'héliographie.

» Si le dessin dont on veut avoir la gravure n'a pas été fait sur » papier de qualité convenable, on en prend d'abord la photogra- » phie sur papier; dans le cas contraire, on utilise immédiate- » ment le dessin original en l'appliquant sur une plaque d'acier » polie, enduite d'une couche de bitume de Judée, la face crayon- » née ou gravée contre la plaque. On expose alors le verso du » dessin à l'action directe des rayons solaires; la lumière agit, à » travers l'épaisseur du papier, sur l'enduit dont la plaque est re- » couverte, et si, à un moment donné, on enlève le dessin, si on » entoure la plaque d'un rebord en cire, si on y répand un cer- » tain mordant, le dessin original se trouvera, après un temps » déterminé, gravé en creux sur la plaque. Il suffit, ensuite, de » laver celle-ci et de l'encrer à la manière d'une planche de gra-

» vure en taille-douce, pour en tirer, à l'aide d'une presse, autant » d'exemplaires qu'une gravure sur acier peut donner.

» Tel est le procédé dans toute sa simplicité; mais il exige, » dans la pratique, beaucoup de soins et d'attention. Deux points, » paraît-il, présentent d'assez grandes difficultés : ce sont, d'une » part, l'exposition du dessin aux rayons solaires, et, de l'autre, » la manière de faire agir le mordant.

» M. Niepce a formé deux élèves qui mettent admirablement » en pratique les leçons du maître : l'un est M. Biffaut, graveur » à Paris, et l'autre, sa dame ; celui-là excelle à faire mordre la » plaque, celle-ci à déterminer l'impression du dessin sur la cou- » che de bitume.

» Fort de l'opinion de M. Niepce, j'ai prié M. Biffaut de vouloir » bien essayer d'obtenir la gravure sur acier par l'héliographie, » de deux feuilles de la carte des environs du camp de Beverloo, » qui a été rédigée au dépôt de la guerre à Bruxelles. Cette carte » est à l'échelle du 1/20000. On en déduira, par la photogra- » phie, deux réductions, l'une au 1/40000, et la seconde au » 1/80000, qu'on appliquera sur acier; de sorte que, si l'essai » réussit, on aura la gravure de chaque feuille, à trois échelles » différentes : le 1/20000, le 1/40000 et le 1/80000.

» Ce serait là un résultat véritablement considérable, eu égard » au temps et à la dépense que la gravure d'une feuille au burin » exige aujourd'hui.

» Je me ferai un devoir de communiquer à la classe, au fur et » à mesure qu'elles me parviendront, les épreuves qui me seront » envoyées de Paris. »

Avant de terminer cet article, nous croyons devoir signaler à l'attention des lecteurs des *Annales*, l'ouvrage de M. Figuier dont nous avons fait mention précédemment. Dans cet ouvrage, intitulé : *Exposition et histoire des principales découvertes scientifiques et modernes,* l'auteur fait un exposé plein d'intérêt et aussi simple que lucide, de la marche progressive des principales découvertes énumérées ci-après :

1° Machines à vapeur,
2° Bateaux à vapeur,
3° Chemins de fer,
4° Photographie,

5° Télégraphie aérienne et télégraphie électrique,
6° Galvanoplastie et dorure chimique,
7° Planète Leverrier,
8° Aérostats,
9° Éclairage au gaz,
10° Éthérisation,
11° Poudre de guerre et poudre-coton.

W.

IV. — Pont en tôle construit sur le Cher, pour le passage du chemin de fer de Commentry a Montluçon.

Ce pont remplace un pont en charpente enlevé en juin 1855 par les inondations.

Il est formé de trois travées de 22^m,67 de portée; chaque travée est composée de cinq poutres en tôle double T de 1^m,50 de hauteur. Les plates-bandes supérieures et inférieures ont 0^m,50 de largeur sur 0^m,010 d'épaisseur. L'âme qui a 0^m,010 d'épaisseur est formée de deux tôles réunies par un couvre-joint. Les cornières ont 0^m,20 sur 0^m,10. On n'a employé de fortes cornières que parce qu'elles étaient disponibles, et qu'en commander d'autres eût pu entraîner un retard dans la construction.

Les poutres sont contreventées par des fers à T, formant croix de Saint-André. Des pièces de pont, posées sur les poutres et recouvertes d'un plancher, forment le tablier du pont.

Les piles reposent sur un massif en béton, coulé dans une enceinte de pieux et palplanches, à la manière ordinaire; elles sont en maçonnerie de petit moellon reliée par du ciment. Cette maçonnerie, faite avec soin, est égale comme résistance et solidité à la meilleure maçonnerie de pierre de taille, et est d'une exécution bien plus rapide et d'un prix moins élevé.

Cette construction, commencée le 3 juillet, a été terminée le 3 octobre.

V. — PONT DE LANGON, ÉTABLI SUR LA GARONNE, POUR LE PASSAGE DU CHEMIN DE FER DE BORDEAUX A CETTE.

Ce pont, qui a une longueur totale de 211m,70, est formé de deux arches extrêmes de 67m,15 et d'une arche centrale de 77m,40. (V. pl. XI, fig. 4.)

Il se compose :

1° De deux grandes poutres en tôle double T, formées, chacune, de 246 feuilles verticales, de 5m,50 de hauteur, 0m,86 de largeur et d'une épaisseur variable de 0m,007 à 0m,012, reliées, haut et bas, par de fortes cornières à des tôles horizontales de 6m,88 sur 0m,90 et 0m,012 d'épaisseur. Ces tôles horizontales sont distribuées sur la longueur, de façon à proportionner les sections aux efforts qu'elles supportent ;

2° De pièces de pont, forme double T, de 8m,30 de longueur, et 0m,580 de hauteur, placées de trois feuilles en trois feuilles, soit à 2m,58 l'une de l'autre, et à 2m,250 en contre-bas des tôles horizontales supérieures ;

3° De contrefiches, forme double T, de 5 mètres de longueur, et 0m,20 de largeur, qui soutiennent les pièces de pont en leur milieu et s'attachent à la partie inférieure des tôles verticales ;

4° De tirants, feuilles de tôle de 0m,220×0m,007, renforcées de deux cornières qui relient les pieds des jambes de force ;

5° De longerons, forme double T, de 0m,350 de hauteur, placés sur quatre files parallèles pour supporter les voies.

Les pièces de pont, jambes de force, longerons, tirants, sont formés de tôles de 0m,007, et de cornières de 0m,070 de largeur sur 0m,009 d'épaisseur.

6° De dix-neuf contre-ventements formés de fers plats, de 6m,519 de longueur sur 0m,200 de largeur et 17 millimètres d'épaisseur, disposés en croix sur les pièces de pont et les longerons, auxquels ils sont rivés et retenus aux tôles verticales, par leurs extrémités.

Toutes ces pièces ont été envoyées de Paris à Langon : les parois verticales en panneaux de trois feuilles réunies par des fers à T ; les tôles horizontales en tables de 12 à 24 mètres de

long; les pièces de pont, longerons, jambes de force, tirants, complétement terminés.

Des tables horizontales inférieures, prises sur les bateaux à l'aide d'un treuil mobile, placé à 7 mètres au-dessus du plancher du pont de service, ont été placées sur des chantiers convenables dans leur position définitive, assemblées et rivées.

Entre ces deux files de tables horizontales, était le chantier d'assemblage des tôles verticales; huit panneaux de trois feuilles étaient placés à la suite les uns des autres d'après leur marque, approchés au contact et réunis, haut et bas, par des cornières de 10 centimètres de largeur et 14 millimètres d'épaisseur, qui servent à les réunir aux tôles horizontales.

La réunion des panneaux entre eux se faisait de deux manières différentes : par un fer à T placé extérieurement, et deux cornières rivées entre elles, placées dans l'intérieur pour recevoir l'âme des pièces de pont et des goussets qui les soutiennent, ou par deux consoles verticales, grands fers double T, de $0^m,32$ de largeur, tôles et cornières placées de six feuilles en six feuilles, pour empêcher le voilement des tôles verticales et réunir les tôles horizontales supérieures et inférieures.

Dans ces deux cas où des cornières rivées entre elles forment couvre-joints, on a placé, entre les cornières et les tôles à réunir, une fourrure de $0^m,006$.

Un panneau de vingt-quatre feuilles terminé, il était immédiatement mis au levage. On l'amenait, au moyen de palans, dans une position verticale.

Ainsi suspendu, on l'approchait au contact de la paroi déjà en place et de la table horizontale inférieure; on boulonnait les jonctions, et la rivure achevait le travail.

Les tables horizontales supérieures étaient placées au fur et à mesure de l'avancement des parois verticales, comme les pièces de pont, jambes de force, etc.; leur levage demandait du soin, mais ne présentait pas de difficulté.

Les poutres reposent sur deux piles et deux culées par l'intermédiaire de glissières en fonte.

La surface d'appui de chaque poutre est de $1^m,50$ sur les culées et de $3^m,50$ sur les piles.

Le plancher est formé de madriers de chêne de $0^m,10$, et repose,

sans y être attaché, sur les longerons et un fer à T, placé près des tôles verticales. Le rail est fixé à une longrine en chêne de $0^m,30$ sur $0^m,15$, retenue au plancher par deux forts boulons de $2^m,50$ en $2^m,50$.

Ce travail, commencé le 17 janvier 1855, a été livré le 12 novembre suivant aux ingénieurs du contrôle, qui lui ont fait subir les épreuves suivantes :

Une charge de 2,110,000 kilog. a été répartie uniformément sur le pont. A cet effet, vingt-six machines pleines d'eau et de coke et vingt waggons ont été placés sur les deux voies. La surcharge a été complétée par une couche de sable de $0^m,260$, répandue sous les waggons et $0^m,142$ sous les machines.

Sous cette charge, les flexions des poutres ont été de 49 millimètres pour une arche extrême, 35 millimètres pour l'arche du milieu et 30 millimètres pour la troisième arche.

Cette irrégularité dans la valeur des flexions des arches extrêmes, peut s'expliquer par la façon dont la charge a été faite. L'arche dont la flexion est de $0^m,049$, avait été la première chargée de la couche de ballast de $0^m,26$ et avait pris une flexion initiale, qu'elle a conservée en partie lors du chargement des arches voisines.

Cette charge est restée vingt-quatre heures, sans produire d'augmentation sensible dans la valeur des flexions.

La première travée fut ensuite déchargée de ses waggons, et l'on constata une flexion de $0^m,016$, au lieu de $0^m,049$ dans cette travée; une de $0^m,044$, au lieu de $0^m,035$ dans l'arche centrale, et $0^m,027$, au lieu de $0^m,030$ dans la troisième arche.

Les deux travées extrêmes furent déchargées de leurs waggons et de leurs machines. La travée centrale restant toujours chargée de dix tonnes par mètre courant, on constata $0^m,013$ de flexion dans la première arche ; $0^m,057$ dans l'arche du milieu, et $0^m,014$ dans la troisième.

Déchargé complétement, le pont est revenu dans sa position première, sans conserver la moindre flexion.

Le lendemain eurent lieu les épreuves sous charges roulantes.

Un train de huit machines et de huit waggons, pesant ensemble 397 tonnes, fut lancé sur une voie à 30 kilomètres à l'heure. Les flèches constatées furent, au *maximum*, de $0^m,025$ dans les

arches extrêmes et 0m,032 dans l'arche centrale, et le déplacement horizontal de 0m,009, au *maximnm*, dans un seul sens.

Le relèvement d'une arche, déchargée du train passant sur les autres, fut de 0m,009 à 0m,012.

Deux trains semblables furent lancés avec la même vitesse sur les deux voies et marchant en sens inverse ; la figure décrite par un point du pont est un parallélogramme qui accuse des flexions de 0m,030 dans les arches extrêmes, et de 0m,040 dans l'arche centrale où les trains se sont rencontrés. Le déplacement à droite et à gauche de la verticale fut sensiblement le même et de 0m,009 à 0m,010 au plus.

Deux trains de six machines, soit 216 tonnes, marchant à 50 kilom., allant dans le même sens, ont donné des flexions de 0m,025 et pas de déplacement horizontal.

VI. — Emploi de traîneaux pour le déblaiement des neiges sur les routes.

La dépense qu'occasionne, tous les ans, le déblaiement de la neige sur les routes des environs d'Arlon, province de Luxembourg, à l'aide d'ouvriers, a fait naître l'idée de confectionner des machines propres à effectuer ce travail plus rapidement et plus économiquement.

Les machines employées sur ces routes sont les traîneaux figurés sur la planche XI, fig. 1 et 2.

Ces traîneaux quoiqu'imparfaitement construits, ont été employés avec succès sur certaines routes, et il suffirait de perfectionner ces machines pour atteindre le but que l'on s'est proposé.

Le traîneau fig. 1, se compose de deux madriers, dressés de champ et assemblés de manière à former un angle aigu.

Ces pièces de bois, de 0m,30 de hauteur, sur 0m,08 d'épaisseur et 5m,20 de longueur, sont garnies en dessous d'une latte en fer. Leur position est maintenue à l'aide de trois traverses de 0m,10 sur 0m,10 d'équarrissage. Les tenons aux extrémités de ces pièces traversent les madriers, dans lesquels ils sont assujettis par des

clavettes en bois. Les extrémités de ces tenons augmentent le frottement et la résistance qu'exerce la neige sur les parois du traineau.

Le sommet de l'angle formé par les deux madriers est pourvu d'une garniture en fer à laquelle s'adapte l'anneau pour l'attelage des chevaux.

L'écartement des deux madriers à l'autre extrémité n'est que de 3 mètres. Une tranchée de cette largeur est insuffisante pour une route fréquentée où les voitures doivent se rencontrer souvent.

Ce traîneau offrant la forme d'un triangle presque équilatéral, l'angle au sommet est trop ouvert, et les parois forment un angle trop grand avec la direction du mouvement ou l'axe de la route. Ils rencontrent ainsi une trop forte résistance en passant dans la neige.

A cause de la faible longueur des parois, la machine, lorsqu'elle est en mouvement, se déplace constamment de la ligne droite pour peu que la résistance ne soit pas égale des deux côtés.

Le traîneau fig. 2 est mieux assemblé et plus allongé que le premier. L'écartement des parois est à l'extrémité de 4 mètres. Il se compose de deux pièces de bois de $0^m,10$ sur $0^m,15$ d'écarissage, surmontées de planches dressées de $0^m,02$ d'épaisseur, soutenues intérieurement par des arcs-boutants.

Ces planches ont $0^m,45$ de hauteur, ce qui donne aux parois $0^m,60$ avec les pièces de la base.

Outre les quatre traverses qui relient les deux côtés, deux liens *m*, *n* et une flèche OD servent à consolider la machine.

La face inférieure des liens et celle des deux pièces AD et BD formant la base des parois se trouvent presque dans un même plan horizontal, mais comme la surface de la chaussée est bombée, il est impossible que les faces inférieures des liens et des pièces AD et BD s'appliquent simultanément sur la surface de la chaussée.

Par ce motif la machine ne portant ordinairement que sur un côté, tend constamment à glisser à gauche ou à droite vers les bordures de la chaussée, et deux ouvriers ont de la peine à la maintenir au milieu, à l'aide de cordes attachées vers l'extrémité des parois.

De plus, la face inférieure des traverses ne se trouvant qu'à

$0^m,05$ au-dessus de la face inférieure des pièces latérales et des liens *m*, *n*, tandis que le bombement de la chaussée est généralement de $0^m,12$, sur une largeur de 4 mètres, il faut nécessairement que les dernières traverses, celle AB surtout, trainent sur la chaussée lorsque la machine est en mouvement et qu'elles déplacent la pierraille en augmentant considérablement le frottement et la résistance.

On pourrait remédier à ces inconvénients en adoptant des traîneaux construits d'après la figure 3, où l'on assigne aux parois 6 mètres de longueur, afin de réduire, autant que possible, l'ouverture de l'angle au sommet.

Toute la machine serait supportée par les deux patins *m*, *n*, placés parallélement dans le sens de la direction du mouvement et garnis inférieurement, sur toute leur longueur, de barres en fer arrondies pour faciliter le glissement et diminuer le frottement sur la chaussée.

Les pièces latérales DA, DB, et les traverses étant élevées de $0^m,15$ au-dessus des patins, ne frotteraient plus sur la chaussée comme celles de la figure 2.

Les planches des parois formant déversoirs, seraient soutenues intérieurement, à l'aide de poteaux et d'arcs-boutants en bois ou en fer.

La partie inférieure des parois devrait, de plus, être garnie de fer sur toute la longueur et décrire une courbe parallèle à la surface de la chaussée, à $0^m,05$ au-dessus de cette surface.

Cette machine pourrait coûter environ 75 francs. Si elle est bien construite, on pourra la manœuvrer au moyen de trois chevaux.

Le prix du traîneau fig. 2 est de 65 fr.; il faut quatre chevaux pour le manœuvrer, et trois pour le traîneau fig. 1, qui ne coûte que 45 francs.

—

Les traineaux peuvent être employés avec succès, lorsque la neige est nouvellement tombée, et que sa hauteur n'excède pas $0^m,40$ à $0^m,50$.

Passé cette hauteur, la machine éprouve trop de résistance et

les chevaux perdent une partie de leur force par la difficulté qu'ils éprouvent pour marcher dans la neige; dans ce cas, le travail des ouvriers est préférable. Il en est de même lorsque la neige a été gelée après avoir été humectée ou comprimée et divisée par le passage des chevaux, parce qu'alors le traîneau n'y produit aucun effet; il passe au-dessus de la neige, quelle qu'en soit la hauteur.

Quatre chevaux manœuvrant un traîneau, peuvent parcourir trois lieues de route par jour dans les deux directions, lorsque la hauteur de la neige ne dépasse pas sensiblement $0^m,30$; la journée de cheval comptée à fr. 3 50, y compris celle du conducteur, donnerait une dépense de 14 francs, soit fr. 4 67 par lieue.

Pour effectuer le même travail par des ouvriers, il faudrait, au moins, douze hommes, à fr. 0 90, soit fr. 10 80 par lieue.

La dépense augmente à peu près dans le même rapport (d'un quart) si la neige a de $0^m,40$ à $0^m,50$ de hauteur.

L'emploi des traîneaux produit par conséquent une économie d'environ 6 francs par lieue, sur le déblaiement effectué par des ouvriers qui devraient travailler la journée entière pour ouvrir un passage, tandis qu'au moyen des traîneaux le même résultat est obtenu dans quelques heures [1].

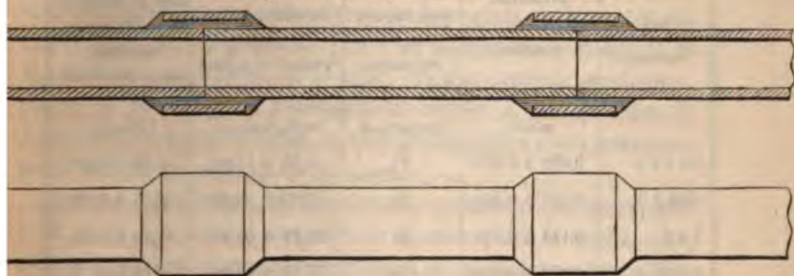
VII. — Tuyaux en terre cuite de $0^m,040$, $0^m,094$ et $0^m,140$ de diamètre, vernissés à l'intérieur, fabriqués par MM. Zeller et Cᵉ, a Ollwiller.

Ces tuyaux sont faits avec des argiles prises dans la propriété de M. Gros de Wesserling, au château d'Ollwiller; elles sont triturées par piétinement et moulues avec autant de soin que les fabricants de chocolat en mettent à préparer leur pâte; la machine à moudre se compose de deux cylindres horizontaux en fonte, pressés l'un contre l'autre, au moyen de contre-poids; la vitessse à leur circonférence diffère dans le rapport de 1 à 1 1/2. La pâte passe ensuite dans une presse hydraulique, d'où les tuyaux sortent verticalement par-dessous et se déposent sur un petit chariot qui roule sur un chemin de fer jusqu'au four à cuire.

[1] Cette note est due à M. Besseling (N.), conducteur des ponts et chaussées.

La force de la pression permet de travailler une pâte peu liquide et les tuyaux, en sortant de la presse, ont une solidité telle qu'on peut facilement les manier sans les déformer, ce qui permet d'y pratiquer extérieurement, aux deux bouts et sans inconvénient, des rainures circulaires pour donner plus de résistance au joint, qui se fait au moyen d'un manchon qui entoure les deux extrémités du tuyau posées bout à bout.

Assemblage des tuyaux de MM. Zeller et Cᵉ.



Échelle de 0.05 par mètre.

L'espace entre les bouts des tuyaux et le manchon est garni d'un mastic ainsi composé :

Deux parties ciment Pouilly,
Une partie chaux hydraulique,
Une partie brique pilée.

Ce mastic, qui se gâche comme le plâtre, est très-facile à préparer et à employer; l'ouvrier se sert de la truelle pointue et de la spatule, après avoir recouvert sa main d'un gant de peau. Dans une autre fabrique dont nous parlerons plus tard, celle d'Aarau, les tuyaux sont à tulipe, et le joint se fait alors comme dans les conduites en fonte sans manchon.

Avant de couler le mastic, il faut avoir soin de bien mouiller les tuyaux et de ne gâcher, à la fois, que celui qui est nécessaire pour deux joints, afin de ne pas le laisser durcir avant l'emploi ; vingt-quatre heures suffisent pour le rendre entièrement solidaire avec les tuyaux et le manchon qu'il faudrait ensuite scier pour le démonter. Ces conduites se posent sous terre à la même profon-

deur que les autres, pour qu'elles soient garanties de la gelée. Trois hommes peuvent poser cinquante à soixante tuyaux par jour. Ces tuyaux ont 1 mètre de longueur.

Le tableau suivant donne, sur ces conduites, les renseignements de prix du mètre courant de tuyaux tout posés, suivant leur diamètre, y compris les terrassements nécessaires.

NUMÉROS des tuyaux.	DIAMÈTRE intérieur.	PRESSION sous laquelle ils ont été essayés.	POIDS du mètre courant y compris le manchon du joint.	PRIX dans le commerce du mètre courant, tout posé, vernissé intérieur.
	Mètres.	Atmosphères.	Kilogrammes.	Francs.
De 1 à 5. .	0,030 à 0,095	25	5,80 à 16,90	1,25 à 3,60
5*bis* à 6. .	0,105 à 0,120	20	19,20 à 23,80	4,15 à 4,60
7 à 8. . . .	0,141 à 0,175	15	26,15 à 34,40	5,75 à 7,05
9 à 10. . .	0,190 à 0,215	8	37,70 à 46,00	8,65 à 10,55

Les changements de direction se font au moyen de coudes et de tuyaux à embranchements qui se fabriquent de la même manière et qui possèdent la même qualité, mais dont le prix est un peu plus élevé que celui des tuyaux droits.

On voit que ce système de conduite est plus économique que les conduites en fonte et même que les conduites en bois.

Car, si l'on compare les tuyaux de $0^{m},100$ de diamètre intérieur, on voit que, non compris les terrassements, les tuyaux en poterie de MM. Zeller et Ce, coûtent, le mètre fr. 2 65 (sans vernis intérieur) ; 3 65 (avec vernis intérieur).

Tandis que les tuyaux en fonte coûtent. . . . . . fr. 14 »
en tôle bitumée . . . . 9 »
en bois. 6 59

Il est inutile de faire ressortir l'avantage de cette économie dans une industrie qui s'adresse aux premières nécessités de la vie dans les villes, et dans les fabriques par la distribution des eaux et du gaz.

On peut compter sur la durée de ces conduites, quand on retrouve, si bien conservés après dix ou douze siècles de séjour dans la terre, les tuyaux en poterie posés par les Romains.

En 1834, M. Engelmann de Mulhouse (si célèbre par l'invention de la lithographie), examina la pose d'une conduite considérable de tuyaux en terre cuite, fabriqués aux environs de la ville, au moyen de caisses en bois, armées à leur fond de filières en cuivre et soumettant l'argile à une forte pression, au moyen de leviers qui donnaient le mouvement à un piston. Frappé par l'idée des services immenses que pourrait rendre la production de ces tuyaux en France, M. Engelmann prit des informations et apprit de M. Halbfell, architecte de la ville, qu'une conduite semblable, posée en 1824, ayant constamment résisté à une pression de 70 mètres de hauteur d'eau, la ville de Stuttgard avait définitivement adopté ce mode de canalisation.

Revenu à Mulhouse, M. Engelmann a communiqué un rapport à ce sujet à la société industrielle de cette ville. En 1839, cette société, grâce au courage entreprenant de M. Reicheneker, d'Ollwiller, a fait des essais sur ce genre de tuyaux.

Une conduite d'eau fut livrée à M. Rieder de Rixheim, pour sa papeterie de Rappentzwiller, où il existait déjà deux conduites d'eau, placées par M. Jacques Ernst d'Aarau, qui fabriquait ses tuyaux par les procédés de Stuttgard.

M. Reicheneker avait remplacé, dans la fabrication, la presse à levier par une bonne presse hydraulique en fer de fonte; le progrès rapide des ateliers de construction de MM. Stehelin et Huber de Bitschwiller, avait rendu pratique cette utile machine appliquée à de nombreuses industries, et c'est par cette innovation que, le premier jour de la lutte, les tuyaux de M. Reicheneker l'emportaient sur toutes les autres fabrications faites à l'étranger. Sur le rapport de M. Rieder, la société a décerné une médaille d'argent à M. Reicheneker, en récompense d'une nouvelle industrie introduite par lui dans le département.

La société d'encouragement qui, en 1829, avait déjà fondé des prix destinés à récompenser les industriels qui apporteraient le plus de progrès dans ce genre de produits, a maintenu ses prix jusqu'en 1846, où elle a décerné celui de 2,000 francs et la médaille d'or aux tuyaux d'Ollwiller.

Ce que nous trouvons de remarquable dans le programme de la société d'encouragement, c'est qu'en traitant avec beaucoup de détails les tuyaux en fonte, en plomb, en pierres naturelles ou factices, les auteurs du programme ont donné une très-mince extension aux tuyaux en terre cuite, ce qui prouve clairement combien peu, à cette époque, on avait la croyance de la possibilité de la réussite complète des tuyaux en terre.

A peine ces tuyaux furent-ils connus, que l'habile directeur de l'usine à gaz de Mulhouse, M. Baumgartner, père, en fit immédiatement l'essai sur une longueur de 338 mètres. Après cet essai, qui a pleinement justifié les prévisions de M. Baumgartner, une conduite de 3,176 mètres fut posée dans les rues de Mulhouse, en 1842, et à la fin de 1854 la presque totalité du gaz fut distribuée par ces tuyaux, au moyen de plusieurs conduites principales, mesurant plus de 12,000 mètres de longueur. Ces tuyaux posés depuis douze ans ont constamment résisté sous le pavé et les chaussées.

L'exemple donné par la ville de Mulhouse, a été imité par plusieurs villes du Haut-Rhin et du Bas-Rhin, tant pour les conduites d'eau que pour celles de gaz.

Le génie militaire de Belford lui-même, sous la direction du chef de bataillon, M. de Pauban, a fait poser, en 1842, une conduite de 1,680 mètres de longueur, amenant l'eau au quartier, au moyen de tuyaux en terre cuite.

Il n'est presque pas d'industriel ni de commune dans le Haut-Rhin qui n'ait employé ces tuyaux, et bon nombre de départements limitrophes commencent à s'en servir.

Les eaux chaudes des Basses-Pyrénées ainsi que Pau, les emploient, et ce qu'il y a de plus remarquable, Bâle et Berne, en Suisse, depuis 1840; Augsbourg, en Bavière, depuis 1843, en ont fait exporter plus de 10,000 mètres, tandis que deux ans auparavant Aarau en fournissait à Mulhouse.

En résumé, plus de 250,000 mètres de tuyaux de tout diamètre ont été posés par l'usine d'Ollwiller, et il appartient à l'honneur de la première moitié du siècle dans lequel nous vivons, d'avoir reconstitué un art qui a si longtemps été enseveli sous les profondeurs des temps.

On peut percer les tuyaux en terre comme la fonte et on ter-

mine alors le dernier tuyau par un cercle portant bride, et qui peut être fixé sur le bout du tuyau en terre et étanché au moyen du mastic employé aux joints. Au moyen de la bride, on peut raccorder tous les tuyaux en fonte ou en plomb qui seront nécessaires.

Le vernis est vitreux et lutte très-bien contre l'action des eaux, tandis que les conduites en fonte s'oxydent rapidement.

D'un autre côté, dans une conduite de fonte, les joints faits au plomb sont très-rigides, et le mattage fait souvent sauter les tulipes. Le joint des tuyaux en poterie est bien moins coûteux et n'est pas oxydable. Quant à l'objection qu'on peut faire de la difficulté d'exécution du joint, elle a peu de valeur; car les joints se font à terre sur deux tuyaux tout comme pour les conduites en fonte, et l'on n'a plus que la moitié des joints à faire au fond de la fouille. D'ailleurs, le mattage dans les conduites de fonte est plus difficile à bien faire au fond de la fouille que l'emploi du mastic.

On prétend que les tuyaux en tôle bitumée, quand ils sont bien posés et à l'abri de la gelée, résistent très-bien, comme à Marseille.

Mais, en général, ces conduites se percent très-rapidement et perdent l'eau au bout de peu de temps.

Dans un projet de percement de l'isthme de Suez, MM. Linau et Mougel proposent de conduire l'eau douce depuis le point où le canal, à découvert, est le plus rapproché du lac Teinsah jusqu'à Péluse, par une conduite de $0^m,100$ de diamètre, formée de tuyaux en tôle bitumée et sur une longueur de 80,000 mètres.

Le prix de revient de ces tuyaux, tout posés, est estimé à 8 fr., ce qui porte la dépense à 640,000 francs.

Sans considération pour le peu de durée de ce genre de tuyaux, il est à remarquer que le transport et la pose, dans un pays aussi chaud, seront difficiles; car, en France, dès que les tuyaux de l'espèce restent exposés au soleil avant la pose, seulement pendant quelques jours, le bitume devient tellement mou, que les tuyaux placés en chantier les uns sur les autres, se soudent longitudinalement entre eux et éprouvent de ce fait de nombreuses avaries. On en a vu dont le bitume, sous notre climat même, s'était détaché en coulant sous l'action de la chaleur.

Le sol sablonneux de l'Égypte et surtout celui de l'isthme, doit s'échauffer à une grande profondeur, et l'action de la chaleur sur le bitume doit même avoir lieu après la pose, ce qui ne manquera pas de donner à l'eau destinée à l'alimentation des hommes et des animaux une odeur de goudron.

Un autre inconvénient très-grave, c'est celui de la dilatation provoquée par les grandes différences de température jointe à une immense longueur, inconvénient qui causera indubitablement, soit des arrachements de joints par traction, soit des fentes longitudinales par refoulement.

VIII. — Chemins de fer de l'État belge.

Tableau du mouvement et de la recette pendant l'année 1855.

NATURE DES TRANSPORTS.		
VOYAGEURS.	Express.	1re classe
		2e id.
	Trains ordinaires.	1re id.
		2e id.
		3e id.
		Transports d'enfants
		Id. militaires
		Id. extraordinaires
BAGAGES.		au *minimum*. (Colis.)
		au poids taxé (Quintaux.)
MARCHANDISES ET FINANCES.	Grande vitesse. — Petits paquets.	Colis soumis à la taxe uniforme (Quintaux.) (1)
		Id. taxés au *minimum* (Quintaux.) (2)
		Id. id. au poids (Id.) (3)
	Service accéléré. — Articles de messagerie.	Expéditions taxées au *minimum*. (Quintaux)
		Taxe uniforme par colis. (Nombre de colis.)
		Id. au poids. (Quintaux)
	Petite vitesse — Articles de roulage	1re classe (Tonneaux.)
		2e id (id.)
		3e id (id.)
		Tarif spécial. (Tonneaux) (4)
		Transport par abonnement. (Quintaux.)
	Finances. — Par groupe de 1,000 francs.	
	Frais accessoires. — Chargement, déchargement, camionnage et bul	
ÉQUIPAGES	— Par voiture.	
CHEVAUX et BESTIAUX	Grande vitesse. (Par expédition)	
	Petite vitesse.	1re catégorie. (Par expédition)
		2e id. (id.)
		3e id (id.)
Produits extraordinaires		
Télégraphes		

MOUVEMENT		RECETTE		TOTAL PAR BRANCHE PRINCIPALE DE RECETTE.	OBSERVATIONS.
…RE.	Par TARIF.	Par CATÉGORIE.	Par TARIF.		
		Fr. c.	Fr. c.	Fr. c.	
		2,047,001 45			(1) On a pris pour poids moyen par colis, 1 kilog.
		212,292 70			
		1,301,690 01			(2) Id. 4 kilog.
		1,908,065 84			(3) Id. 20 kilog.
	5,288,196	3,562,176 55	9,350,038 55	9,350,038 35	(4) Tarif applicable à certains transports de houille, etc.
		47,492 08			
		125,961 20			
		145,368 74			
	92,810	42,617 88	658,774 76	658,774 76	
	117,114	616,156 88			
		44,788 18			
	15,828	25,534 28	205,946 49		
		135,824 05			
		54,490 04			
	672,217	»	1,113,681 59		
		1,059,191 55			
		2,582,189 28		12,691,080 92	
		2,384,456 86			
	2,657,952	3,365,651 42	10,410,895 30		
		2,036,697 99			
		41,899 75			
	205,815	»	123,550 61		
	»	»	857,027 13		
	415	»	25,457 06	25,457 06	
		60,054 16			
		16,616 25			
	13,245	20,319 59	282,875 59	282,875 59	
		185,905 79			
	»	»	300,452 31	300,452 31	
			265,939 67	265,959 67	
		…A RECETTE.	....	23,574,618 66	

X. — CHEMINS DE FER PRUSSIENS. — TABL

DÉSIGNATION DES CHEMINS DE FER.	Longueur totale.	Longueur des parties à double voie.	Coût de 1er établissement, matériel de transport compris.	Nombre de voyageurs transportés.
	Kilomètres.	Kilomètres.	Francs.	Voyageurs.
1 Berlin-Stettin	134	»	25,111,400	327,900
2 Stargard-Posen	170	»	20,060,100	250,700
Stettin-Stargard	34	»	»	
3 Chemin de l'Est	448	»	58,067,000	550,600
4 Chemin de ceinture à Berlin	10	»	1,082,500	»
5 Basse-Silésie-Marche	388	»	77,773,000	615,400
6 Embranchement de Basse-Silésie.	71	»	7,598,500	73,600
7 Breslau-Schweidnitz-Freibourg	84	»	10,649,700	226,900
8 Haute Silésie	212	186	48,583,000	370,300
9 Neiss-Brieg	44	»	4,596,000	86,800
10 Chemin Guillaume (Haute-Silésie).	53	»	6,496,700	86,100
11 Berlin-Hambourg avec Büchen-Lauenbourg	296	150	60,593,800	649,800
12 Magdebourg-Wittenberg	107	10	23,493,100	134,700
13 Magdebourg-Leipzig	118	118	25,645,900	833,700
14 Berlin-Potsdam-Magdebourg	147	89	45,132,100	653,600
15 Magdebourg-Halberstadt	58	36	8,764,500	383,200
16 Berlin-Anhalt avec Füterbog-Rodereau	231	73	30,256,100	378,200
17 Chemin de la Thuringe	189	99	52,500,000	733,000
18 Cologne-Minden	278	150	85,848,900	650,300
19 Munster-Hamme	35	»	5,547,600	117,300
20 Chemin de Westphalie de l'État	135	»	31,624,100	234,800
21 Berg-Marche	58	»	23,125,800	719,000
22 Prince Guillaume	33	»	7,126,100	131,800
23 Dusseldorff-Elberfeld	26	1	9,016,400	373,800
24 Bonn-Cologne	29	»	4,477,500	580,300
25 Aix-la-Chapelle-Dusseldorf	86	5	22,922,200	464,600
26 Ruhrort-Crefeld-Gladbach	42	»	8,878,900	338,900
27 Chemin rhénan	85	72	56,986,000	520,400
28 Aix-la-Chapelle-Maestricht	36	»	9,916,700	101,600
29 Chemin de Saarbrucken	43	1	11,732,400	149,500
Total des chemins de fer en exploitation à la fin de 1854	3,680	990	759,673,800	11,783,000

NT ET DE LA RECETTE PENDANT L'ANNÉE 1854.

Nombre de tonneaux-kilomètres.	Recettes — Voyageurs et bagages.	Recettes — Marchandises et produits divers.	Recettes — Totales.	Dépenses d'exploitation.	Rapport de la dépense à la recette brute.	Intérêt.
Tonn. — Kil.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.		P. °/₀.
17,198,250	1,899,700	2,517,400	4,417,100	2,545,500	53/100	8,25
12,025,000	1,162,000	1,427,200	2,589,200	1,513,600	58/100	5,36
17,297,650	2,435,900	2,129,800	4,565,700	2,936.300	64/100	2,80
»	»	109,500	109,500	82,900	75/100	2,45
86,734,750	3,380,600	6,425,100	9,805,700	6,645,300	67/100	4,06
1,788,400	167,900	248,200	416,100	287,000	68/100	1.69
10,463,700	431,400	850.300	1,281,700	665,600	52/100	5,78
70,415.700	1,335,300	6,552,800	7,888.100	3,549,400	45/100	8.93
1,366,800	153,000	190,500	343,500	239,400	69/100	2.26
9,632,650	228,700	1,085,800	1,314,500	539,800	41/100	11.92
50,394,250	2,483,500	5,071.300	7,554,600	3,921.600	52/100	5,99
7.286,450	406,300	755,000	1,161,300	589.000	51/100	2.43
26,160,650	1,782,500	3,791.700	5,374,200	2,357.600	40/100	13,60
15,905,600	2,023,000	2.277.700	4,300,700	1,889,700	45/100	5,58
10,468,050	651,700	1,317,000	1,968,700	835,400	42/100	12.08
25,546,400	1,865,200	3,302,400	5.167,600	2,176,700	41/100	9,88
18,582,650	1,977,800	2,949,900	4,927,700	2,073,100	42/100	3,43
90,065,750	3,439,100	8,859,400	12,298,500	4,614,400	37/100	8,95
1,531,450	189,400	246,500	435.900	211,500	48/100	4.04
9,977,150	442,400	910,700	1,353,100	1.020,400	75/100	1.05
8,944,850	447,500	1,109,400	1,556,900	831,900	54/100	3,13
4,755,450	69,000	415,100	484,100	285,600	59/100	2,78
5,937,800	394,000	620,200	1,014,200	488,700	48/100	3,82
140,200	422,900	65,500	488,200	200.600	41/100	6.42
7,012,050	612,400	803,100	1,415,500	923,000	65/100	2,15
4,567,000	290,200	490,300	780,500	522,300	67/100	2,08
15,998,850	1,652,700	1,793.100	3,445,800	1,354.700	39/100	3,65
1,079,600	97,800	216,300	314,100	277,400	88/100	0,36
9,439,250	159,100	709.100	868,200	446,400	51/100	3,59
58,736,150	30,600,800	57,240,200	87,841,000	43,822,800	49/100	5.79

X. — Chemins de fer prussiens. — T

Désignation des chemins de fer.	Longueur totale.	Longueur des parties à double voie.	Coût de 1er établissement, matériel de transport compris.	Nombre de voyage transporté
	Kilomètres.	Kilomètres.	Francs.	Voyageur
1 Berlin-Stettin	134	»	25,111,400	327,90
2 Stargard-Posen	170	»	20,060,100	250,70
2 Stettin-Stargard	34	»	»	
3 Chemin de l'Est	448	»	58,067,000	550,60
4 Chemin de ceinture à Berlin	10	»	1,082,300	»
5 Basse-Silésie-Marche	388	»	77,773,000	615,40
6 Embranchement de Basse-Silésie.	71	»	7,598,500	73,60
7 Breslau-Schweidnitz-Freibourg	84	»	10,649,700	226,90
8 Haute Silésie	212	186	48,583,000	370,30
9 Neiss-Brieg	44	»	4,596,000	86,80
10 Chemin Guillaume (Haute-Silésie).	53	»	6,496,700	86,10
11 Berlin-Hambourg avec Büchen-Lauenbourg	296	150	60,595,800	649,80
12 Magdebourg-Wittenberg	107	10	23,495,100	134,70
13 Magdebourg-Leipzig	118	118	25,645,900	833,70
14 Berlin-Potsdam-Magdebourg	147	89	43,132,100	655,60
15 Magdebourg-Halberstadt	58	36	8,764,500	385,20
16 Berlin-Anhalt avec Füterbog-Rodereau	231	73	30,256,100	378,20
17 Chemin de la Thuringe	189	99	32,500,000	735,00
18 Cologne-Minden	278	150	85,848,900	650,30
19 Munster-Hamme	35	»	3,547,600	117,50
20 Chemin de Westphalie de l'État	135	»	31,624,100	234,80
21 Berg-Marche	58	»	23,123,800	719,00
22 Prince Guillaume	33	»	7,126,100	131,80
23 Dusseldorff-Elberfeld	26	1	9,016,400	373,80
24 Bonn-Cologne	29	»	4,477,500	580,50
25 Aix-la-Chapelle-Dusseldorf	86	3	22,922,200	464,60
26 Ruhrort-Crefeld-Gladbach	42	»	8,878,900	358,90
27 Chemin rhénan	85	72	36,986,000	520,40
28 Aix-la-Chapelle, Maestricht	36	»	9,916,700	101,60
29 Chemin de Saarbrucken	43	1	11,732,400	149,50
Total des chemins de fer en exploitation à la fin de 1854	3,680	990	759,673,800	11,785,00

NT ET DE LA RECETTE PENDANT L'ANNÉE 1854.

Nombre de tonneaux-kilomètres.	Recettes — Voyageurs et bagages.	Recettes — Marchandises et produits divers.	Recettes — Totales.	Dépenses d'exploitation.	Rapport de la dépense à la recette brute.	Intérêt.
onn. — Kil.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.		P. %.
17,198,250	1,899,700	2,517,400	4,417,100	2,545,500	$^{55}/_{100}$	8,25
12,025,000	1,162,000	1,427,200	2,589,200	1,513,600	$^{58}/_{100}$	5,36
17,297,650	2,435,900	2,129,800	4,565,700	2,936,300	$^{64}/_{100}$	2,80
»	»	109,500	109,500	82,900	$^{75}/_{100}$	2,45
86,734,750	3,380,600	6,425,100	9,805,700	6,645,300	$^{67}/_{100}$	4,06
1,788,400	167,900	248,200	416,100	287,000	$^{68}/_{100}$	1.69
10,463,700	431,400	850,300	1,281,700	665,600	$^{52}/_{100}$	5.78
70,415,700	1,335,300	6,552,800	7,888,100	3,549,400	$^{45}/_{100}$	8.93
1,366,800	153,000	190,500	343,500	239,400	$^{69}/_{100}$	2.26
9,652,650	228,700	1,085,800	1,314,500	539,800	$^{41}/_{100}$	11,92
50,394,250	2,483,300	5,071,300	7,554,600	3,921,600	$^{52}/_{100}$	5,99
7,286,450	406,300	755,000	1,161,300	589,000	$^{50}/_{100}$	2.43
26,160,650	1,782,500	3,791,700	5,574,200	2,357,600	$^{40}/_{100}$	13,60
15,903,600	2,023,000	2,277,700	4,300,700	1,889,700	$^{43}/_{100}$	5,38
10,468,050	651,700	1,317,000	1,968,700	835,400	$^{42}/_{100}$	12.08
25,346,400	1,865,200	3,302,400	5,167,600	2,176,700	$^{41}/_{100}$	9,88
18,582,650	1,977,800	2,949,900	4,927,700	2,075,100	$^{42}/_{100}$	5,43
90,065,750	3,439,100	8,859,400	12,298,500	4,614,400	$^{37}/_{100}$	8,95
1,531,450	189,400	246,500	435,900	211,500	$^{48}/_{100}$	4.04
9,977,150	442,400	910,700	1,353,100	1,020,400	$^{75}/_{100}$	1.05
8,944,850	447,500	1,109,400	1,556,900	851,900	$^{55}/_{100}$	5,13
4,755,450	69,000	415,100	484,100	285,600	$^{59}/_{100}$	2,78
5,937,800	394,000	620,200	1,014,200	488,700	$^{48}/_{100}$	5,82
140,200	422,900	65,300	488,200	200,600	$^{41}/_{100}$	6.42
7,012,050	612,400	803,100	1,415,500	925,000	$^{65}/_{100}$	2,15
4,567,000	290,200	490,300	780,500	522,300	$^{67}/_{100}$	2,08
15,998,850	1,652,700	1,793,100	3,445,800	1,354,700	$^{39}/_{100}$	3,63
1,079,600	97,800	216,300	314,100	277,400	$^{88}/_{100}$	0,36
9,439,250	159,100	709,100	868,200	446,400	$^{51}/_{100}$	3,59
38,736,150	30,600,800	57,240,200	87,841,000	43,822,800	$^{49}/_{100}$	5.79

XI. — Des chemins de fer anglais.

(*Extrait du* Board of Trade.)

Les chemins de fer concédés dans le Royaume-Uni présentaient à la fin de 1855 un développement total de 23,083 kilomètres. Mais à cette même époque les chemins de fer abandonnés avaient ensemble une longueur de. . . . . 2,406 »

Sur le nombre restant, soit. . . . . 20,677 »

les chemins de fer en exploitation à la fin de 1855 avaient une étendue totale de . . . . 13,323 kilomètres, et ceux en construction ou à l'étude, de. . . . 7,323 »

Total comme ci-dessus. . . 20,677 »

les chemins de fer, livrés successivement à l'exploitation, présentaient :

En 1843	un développement de	3,276	kilom.,	ce qui donne une augmenta-	
1844	»	3,604	»	tion annuelle de 328	kilom.
1845	»	4,080	»	 476	»
1846	»	5,055	»	 975	»
1847	»	6,348	»	 1,293	»
1848	»	8,249	»	 1,901	»
1849	»	9,645	»	 1,396	»
1850	»	10,653	»	 1,008	»
1851	»	11,086	»	 433	»
1852	»	11,804	»	 718	»
1853	»	12,366	»	 562	»
1854	»	12,959	»	 593	»
1855	»	13,323	»	 364	»

Les 23,788 kilomètres de chemins de fer, sont répartis comme suit dans le Royaume-Uni :

	CHEMINS DE FER		
	Concédés.	En exploitation au 31 décembre 1855.	A l'étude ou en construction.
Angleterre et pays de Galles . .	13,262 kilom.	9,992 kilom.	3,270 kilom.
Écosse	2,485 »	1,743 »	742 »
Irlande.	2,930 »	1,588 »	1,342 »
	20,677 »	12,223 »	7,354 »

Parmi les 12,223 kilomètres de chemins de fer en exploitation on comptait 3,490 kilomètres exploités sur simple voie ; soit en Angleterre et dans le pays de Galles. . . . . 2,164 kilomètres.

Angleterre et pays de Galles	2,164	kilomètres.
Écosse	409	»
Irlande.	917	»
	3,490	»

Les compagnies concessionnaires de chemins de fer se sont formées au capital total de. 9,374,000,000

Déduisant de ce capital celui des lignes abandonnées et que l'on peut évaluer à . . . . . fr. 100,000,000

il reste pour l'ensemble des lignes exploitées, en construction ou à l'étude, une somme de 9,274,000,000

Sur cette somme plus de 7,440 millions de francs ont été versés.

Les appels annuels faits depuis 1849 se sont élevés :

En 1849, à environ . . . . fr.	739	millions.
1850	263	»
1851	199	»
1852	398	»
1853	229	»
1854	311	»
1855	288	»

La statistique du personnel attaché, dans le Royaume-Uni, à l'exploitation des chemins de fer, s'est élevée par kilomètre :

En 1851	5.7	personnes.
1852	5.7	»
1853	6.2	»
1854	6.7	»
1855	8	»

L'accroissement successif du personnel est dû au développement du trafic dont quelques détails se trouvent renseignés dans le tableau suivant.

ANNÉES.	MOUVEMENT des VOYAGEURS.	RECETTES des VOYAGEURS.	RECETTES des MARCHANDISES.	RECETTES TOTALES.	RECETTE MOYENNE par kilomètre exploité.
		Francs.	Francs.	Francs.	Francs.
1849. . .	63,841,539	156,947,300	138,215,150	295,162,450	30,607
1850. . .	72,854,422	170,694,025	159,422,675	330,116,700	30,988
1851. . .	85,391,095	198,519,100	176,417,375	374,936,475	33,821
1852. . .	89,135,729	194,099,825	198,664,025	392,763,850	33,276
1853. . .	102,286,660	214,126,925	236,870,050	450,896,975	36,460
1854. . .	111,206,707	229,373,625	276,019,475	505,396,100	39,770
1855. . .	118,395,135	238,130,125	299,559,850	537,689,975	40,22

Les frais d'exploitation des chemins de fer anglais s'élèvent, en moyenne, à 48 p. c. de la recette brute : l'ensemble de ces frais se répartit comme suit :

Entretien de la voie 37,020,700
Locomotion, matériel roulant. 98,940,500
Charges du trafic 68,097,200
Frais divers 33,263,500

INSTITUTIONS DE PRÉVOYANCE.

APERÇU DES INSTITUTIONS CRÉÉES PAR LA SOCIÉTÉ DE LA VIEILLE-MONTAGNE, EN FAVEUR DE SES OUVRIERS [1].

La Société des mines et fonderies de zinc de la *Vieille-Montagne*, à Liége, vient de publier un Aperçu des institutions qu'elle a créées en faveur de ses ouvriers. C'est, en grande partie, aux soins éclairés et bienveillants de son directeur général, *M. Saint-Paul de Sinçay*, que ces institutions doivent leur fondation et le développement qu'elles ont acquis. La Société en retire des avantages; elle n'a point à regretter les dépenses considérables qu'elle ne cesse de faire en faveur de ses ouvriers, qui la paient richement en redoublant de zèle et d'ardeur dans le travail, et d'économie dans la consommation des matières premières, double source de profit pour eux-mêmes et pour la Société.

Il nous a paru intéressant d'exposer, avec quelques détails, les témoignages de la sollicitude de l'administration de la *Vieille-Montagne* pour ses ouvriers, et les progrès que ceux-ci font en bien-être et en amélioration morale. Les temps ne sont pas si loin de nous, où l'on reprochait généralement aux maîtres l'égoïsme et l'indifférence, aux ouvriers la défiance et la mauvaise foi. Dans le régime de la liberté, on a fini par sentir l'utilité du rapprochement, de l'alliance du patron et du travailleur, et les bienfaits de la liberté ont procuré bientôt des résultats supérieurs à ceux qu'avait produits le système des maîtrises et des corporations.

Au 1er janvier 1855, la Société de la *Vieille-Montagne* comptait, tant en Belgique qu'en Allemagne et en France, 6,037 ou-

[1] Une brochure in-8°, Bruxelles, 1855.

vriers, répartis dans ses fonderies de zinc, ses laminoirs, ses usines à blanc de zinc, ses agences de mines, ses houillères et ses différents ateliers.

Ces 6,037 ouvriers se subdivisaient en :

5,634 hommes, dont 3,072 célibataires;
2,449 mariés;
113 veufs;
403 femmes, dont 346 non mariées;
38 mariées;
19 veuves.

Dans ce nombre de 6,037 ouvriers, 841 sont propriétaires et par suite jouissent d'une position aisée.

2,287 savent lire, écrire et calculer;
1,699 savent lire et écrire seulement;
1,965 ne savent que lire.

Ces 6,037 ouvriers ont à leur charge 11,586 personnes, dont:

2,440 femmes d'ouvriers;
7,163 enfants »
1,313 ascendants »
670 autres parents et personnes diverses.

On compte ainsi un total de 17,623 têtes, ouvriers et personnes vivant de leur salaire, participant, au 1er janvier 1855, aux avantages des caisses de prévoyance et de secours fondées par la Société.

Avant d'indiquer les différentes institutions créées par la Société en faveur de ses ouvriers, nous décrirons brièvement le mode qu'elle a adopté pour le payement de leurs salaires.

La Société, considérant avec raison que, dans le travail de l'ouvrier, il y a deux éléments à reconnaître, l'œuvre des bras et le concours de l'intelligence, s'est appliquée, après avoir assuré la rémunération du premier par un salaire fixe, à récompenser le second au moyen d'une part éventuelle dans les résultats de l'opération. De cette manière, elle a réussi à encourager le zèle et l'activité de l'ouvrier, à intéresser celui-ci, dans la limite de sa sphère de travail, au but qu'elle-même poursuit, et à le moraliser

en lui assurant une récompense qu'il peut convertir en épargne.

Pour parvenir à ce but elle a institué, indépendamment du salaire ordinaire, un salaire complémentaire et éventuel, accordé sous forme de prime, et proportionné à la fois aux résultats de la production et à l'économie dans l'emploi des matières premières, lesquels dépendent en partie de la vigilance et de l'habileté de l'ouvrier.

Les bases et le taux de ces bonifications ou primes sont déterminés par chaque nature de service, et le compte en est arrêté en même temps que celui des salaires.

Une moitié est payée avec le salaire, l'autre forme un fonds appelé *Primes retenues*, et n'est payé à l'ouvrier que deux mois après la campagne révolue, et en tant seulement qu'il n'est pas démissionnaire ou renvoyé avant cette époque.

Le solde annuel des primes retenues, solde qui se compose du montant de celles qui n'ont pas été distribuées par suite de déchéance, est versé à la *Caisse des Ouvriers*.

Le montant général des salaires s'est élevé, en 1854, pour tous les établissements de la Société, à fr. 3,661,828 87 c., à savoir :

Montant des journées fixes . . . . fr.	3,273,737	09
» » primes payées avec les salaires . .	184,266	74
» » » retenues et payées en octob.	199,122	60
» » diverses gratifications	4,702	44
Total égal. . . fr.	3,661,828	87

Le nombre moyen d'ouvriers a été, par jour, de 5,950, qui ont travaillé pendant 1,940,287 journées, soit 326 journées chacun.

Chaque ouvrier a donc reçu, en moyenne, pendant l'année, fr. 615 43 c., ou, par jour, fr. 1 88 c.

En moyenne, le salaire de chaque ouvrier, par jour, a été :

Pour les établissements situés en Belgique, de . . . fr.	1	98
» » en Allemagne	1	60
» » en France	2	32

Nous allons maintenant essayer de décrire les institutions que la Société a fondées au profit de ses ouvriers. C'est la seconde fois que ce sujet nous occupe dans les *Annales*. On trouvera, au t. IV

de ce recueil ([1]), l'analyse que nous avons présentée des premiers essais tentés par M. Ch. de Brouckere, qui a été le premier directeur de la Société anonyme de la *Vieille-Montagne*. Dès cette époque, le système des primes était introduit, mais il n'existait qu'une caisse de secours pour les blessés et les malades, et une caisse d'épargnes.

1° Caisse des Ouvriers.

Ce n'est que vers la fin de l'année 1849, que le conseil d'administration de la Société a complétement organisé et réglementé la caisse de secours (pour les malades et les blessés) et fondé en même temps la caisse de prévoyance (pour les infirmes et les familles des ouvriers morts au service de la Société). Ces deux caisses, communes à tous les établissements de la *Vieille-Montagne* et mises en rapport entre elles, forment la *Caisse des Ouvriers*. L'importance de cette institution nous engage à en reproduire textuellement les statuts à la suite de cette notice ([2]).

En 1847, lorsque la Société ne comptait encore que cinq établissements et 1,432 ouvriers, les recettes de la caisse de secours n'avaient été que de fr. 13,737 20 c.; en 1850, avec un nombre de 1,952 ouvriers, elles avaient été de fr. 32,576 80 c. En 1854, la Société possédant 5,934 ouvriers dans ses dix-sept établissements, les recettes se sont élevées à fr. 145,495 35 c. Les dépenses, à ces trois époques, ont été respectivement de fr. 4,931 74 c., fr. 20,915 31 c., et fr. 87,403 85 c.

La caisse de prévoyance, à laquelle étaient affiliés 1,952 ouvriers en 1850, et 5,914 en 1854, comptait, en recettes, à ces deux époques, fr. 54,702 37 c. et fr. 139,380 24 c. Ses dépenses s'élevaient respectivement à fr. 7,478 44 c. et 40,631 30 c.

A. — Caisse de secours.

Les *recettes* effectuées par la caisse de secours pendant l'année 1854 ont été les suivantes :

([1]) P. 525.
([2]) Voir ci-après, p. 34.

1° Prélèvement de 1 ½ p. c. sur le salaire des ouvriers. . . . . fr.	51,310 65
2° Subvention de la Société équivalente à 1 p. c. du montant des salaires	33,933 71
3° Recettes diverses	4,873 40
4° Virements de fonds et contre-passes.	11,284 47
Ensemble. . . fr.	101,402 23
L'encaisse au 1er janvier était de.	44,093 12
Ce qui porte le montant des ressources de la caisse pendant l'année, à. . . . . fr.	145,495 35
La *dépense* générale de l'année a été de.	87,403 85

c'est-à-dire de fr. 13,998 38 c. plus faible que la recette.

L'encaisse s'est donc augmenté de pareille somme, et s'est trouvé, au 31 décembre, être de . . . fr.	58,091 50

Les dépenses se décomposent comme il suit :

1° Indemnités de chômage aux ouvriers malades	35,484 81
2° Secours spéciaux distribués en sus de l'indemnité de chômage à des ouvriers malades et incapables de travail pendant plus d'un mois	562 56
3° Médicaments aux ouvriers et aux personnes malades de leurs familles.	11,502 68
4° Honoraires des médecins au service de la Société	16,022 74
5° Visites et consultations de médecins étrangers dans des cas exceptionnels	755 97
6° Bains, ventouses, sangsues, etc.	1,560 12
7° Accouchements.	959 10
8° Frais d'administration, dépenses diverses. .	9,142 12
9° Contre-passes et virements de fonds	11,413 75
Ensemble. . fr.	87,403 85

Il est expliqué, aux tableaux annexés au rapport du directeur général, en quoi consistent les virements de fonds qui ont été effectués, pendant l'année 1854, entre les caisses des différents établissements; ces virements se pratiquent en exécution du principe de mutualité qui les unit toutes dans une solidarité com-

mune, et les met à même ainsi de s'entr'aider lorsque le besoin s'en manifeste.

Le service médical a eu à soigner pendant l'année 3,700 malades ou cas de maladie, qui ont donné lieu à 42,312 jours de chômage. En moyenne, chaque maladie a duré *onze jours*.

Le taux moyen du secours accordé à titre d'indemnité de chômage aux ouvriers, pour chaque jour de maladie, a été de fr. 0 84 c.

La caisse a accordé, en outre, des secours spéciaux en sus de l'indemnité de chômage, à 31 ouvriers malades, dont l'incapacité de travail a duré plus d'un mois, et les a privés ainsi pendant longtemps, eux et leurs familles, de l'intégralité de leurs salaires. Le montant en moyenne de ces secours, par individu, a été de fr. 18 15 c.

Indépendamment des ouvriers malades, les médecins de la Société ont encore soigné, en 1854, dans les familles des ouvriers, 2,469 malades, pour 32,463 jours de maladie. En y comprenant 185 accouchements, cela donne un total de 6,385 personnes secourues, en 1854, par la caisse de secours, pour 74,775 journées de maladie.

La caisse de secours a continué, comme par le passé, à payer la dépense des médicaments, bains, ventouses, sangsues, bandages et appareils, fournis aux ouvriers et aux personnes de leurs familles malades; cette dépense s'est élevée, pour 1854, à la somme de fr. 13,062 80 c.

B. — Caisse de prévoyance.

Les *recettes* de la caisse de prévoyance se sont élevées, en 1854, aux chiffres suivants :

1° Prélèvement de 1 p. c. sur le salaire des ouvriers. fr.	33,408	22
2° Subvention de la Société équivalente à $^1/_2$ p. c. du montant des salaires	16,898	33
3° Intérêts à 3 p. c., bonifiés par la Société sur les fonds de la caisse.	3,949	46
4° Recettes diverses.	14,409	65
5° Virements de fonds et contre-passes.	6,819	52
Total à reporter. . fr.	75,485	18

Report.	fr.	75,485 18
L'encaisse, au 1er janvier, était de.	fr.	63,895 06
Soit une recette totale de	fr.	139,380 24
La *dépense* totale de l'année a été de.		40,631 30
L'encaisse, au 31 décembre, est donc de. .	fr.	98,748 94

Voici le détail de la dépense :

1° Secours temporaires en nature	fr.	1,829 85
» » en argent		6,155 38
2° Secours permanents en nature.		4,261 62
» » en argent		13,384 68
3° Secours extraordinaires en nature.		2,040 94
» » en argent.		3,487 »
4° Dépenses diverses		1,602 94
5° Virements de fonds et contre-passes. . . .		7,868 89
Total égal. .	fr.	40,631 30

La caisse de prévoyance fonctionne au profit de 5,914 ouvriers répartis dans dix-sept établissements, et se composant de :

5,160 hommes ;
295 femmes ;
459 enfants.

Il a été distribué des secours temporaires, en 1854, à 135 personnes pour une somme de fr. 7,985 23 c., soit, par individu, fr. 59 15 c., ou, en moyenne, par jour fr. 0 16 c.

Le nombre d'ouvriers qui, dans cette même année, ont reçu des secours permanents ou viagers, est de 43, à qui il a été distribué une somme de fr. 17,646 30 c., soit en moyenne à chacun fr. 410 38 c. par an, ou fr. 1 14 c. par jour et par tête.

La Société compte, en outre, dans deux de ses houillères, 10 ouvriers pensionnés par la Caisse de prévoyance de la province de Liége ; au 1er janvier 1855, elle comptait en tout 52 ouvriers pensionnés. Dans ce nombre se trouvaient 14 *propriétaires*.

La caisse a distribué, en 1854, en secours extraordinaires, une somme de fr. 5,527 94 c., dont une partie, soit fr. 2,040 94 c. a été donnée en nature, et le reste, soit 3,487 francs, en argent.

Le nombre des secours a été de 478; le taux moyen de ce qu'a reçu chaque subventionné a donc été de fr. 11 56 c.

Les secours de cette catégorie ne sont accordés que rarement, en considération de circonstances spéciales, et généralement pour venir en aide à des ouvriers que les maladies ou l'insuffisance des ressources mettent hors d'état de suffire aux besoins de leurs nombreuses familles; ils n'ont aucun caractère de durée et ne consistent qu'en objets ou sommes d'argent une fois donnés.

En résumé, la caisse de prévoyance a subventionné, en 1854, 656 personnes, dont :

135	ont reçu des secours	temporaires.
43	» »	permanents,
478	» »	extraordinaires.

2° Caisse d'épargnes.

Passons à l'aperçu des opérations de la caisse d'épargnes pendant l'année 1854.

Au 1er janvier de cette année, la caisse comptait 126 déposants pour une somme de fr. 60,866 67 c.

Pendant l'année, il y a été fait des versements pour une somme de fr. 50,660 87 c., et la caisse s'est accrue pour intérêts d'une somme de fr. 3,464 19 c.

C'est-à-dire que les dépôts effectués en 1854, et les intérêts affectés par la Société au mouvement des fonds pendant l'année, ont donné un chiffre de. . . . . fr. 54,125 06

Ce chiffre, ajouté au montant du solde au 1er janvier, soit. 60,866 67

donne un total de . . . . fr. 114,991 73

Les remboursements se sont élevés, pendant l'année, à fr. 34,754 20; il restait, au 1er janvier 1855, 153 déposants, ouvriers et employés, possédant ensemble une somme de fr. 80,237 53 c., ou, en moyenne, par tête, fr. 524 45 c.

3° Dons de la Société.

Il n'est pas hors de propos de résumer en quelques chiffres les sommes que la Société accorde à ses ouvriers pour le soutien et

l'encouragement des institutions de prévoyance qu'elle a créées :

Subvention en faveur de la caisse de secours . fr.	33,953 71
(1 p. c. du montant des salaires.)	
Subvention en faveur de la caisse de prévoyance .	16,898 35
(½ p. c. du montant des salaires.)	
Intérêts à 5 p. c. bonifiés par la Société sur les fonds de la caisse de prévoyance	3,949 46
Quote-part de la Société dans la participation à la Caisse de prévoyance de la province de Liége	2,830 87
Total. . . fr.	61,632 39

Indépendamment de ces subventions régulières, la Société a encore fait d'amples distributions extraordinaires de secours en nature de toute espèce, charbons, pains, couvertures, parmi les familles d'ouvriers signalées comme les plus nécessiteuses.

4° Habitations d'ouvriers.

En fondant la caisse d'épargnes, la Société a eu surtout en vue de procurer à l'ouvrier la faculté d'acquérir, et, en le conduisant à la propriété, d'éveiller en lui, à la suite d'une amélioration matérielle dans sa condition, le désir et le besoin d'avancement moral.

Pour seconder les efforts de l'ouvrier dans cette direction, la Société s'est attachée, là où les circonstances locales appelaient surtout son assistance, à approprier de bonnes et saines demeures, et à en procurer la jouissance à ses ouvriers, soit en les leur louant, soit en les leur vendant à des prix modérés et à des conditions faciles.

A Moresnet, où il était le plus nécessaire de remplacer les misérables cabanes où l'ouvrier était logé, elle a offert de bonnes habitations en vente, au prix coûtant, à ceux de ses ouvriers les plus actifs, les plus rangés et possesseurs de quelques économies, à la condition d'en payer le quart de la valeur au comptant et d'acquitter le reste dans l'espace de huit ans, avec intérêts de 5 p. c.

Cette opération, faite comme essai et comme encouragement, a obtenu une complète réussite ; en quelque temps toutes ces mai-

sons ont été vendues. La Société continue depuis l'application de cette mesure, soit en construisant elle-même, soit en vendant ses terrains, ses briques et autres matériaux au prix de revient.

Ces faits n'ont pu manquer d'attirer l'attention des propriétaires voisins; pendant les trois dernières années il s'est élevé, dans cette localité, cent trente-neuf maisons, présentant en général toutes les conditions désirables de grandeur et de disposition intérieure.

La plupart des ouvriers de Moresnet occupent maintenant, dans le voisinage de l'établissement, des habitations convenables, bien tenues, qui les attachent à leur intérieur et à la vie de famille.

La Société estime qu'elle ne peut guère plus utilement intervenir en faveur de ses ouvriers qu'en leur assurant, autour de ses établissements, des demeures saines et commodes, et en attachant au sol les plus zélés et les plus capables d'entre eux.

5° Subsistances.

La Société de la *Vieille-Montagne* ne perd pas de vue non plus les questions alimentaires.

Achat de denrées. — Lorsque le besoin s'en fait sentir, elle se met en mesure de parer, pour ses ouvriers, à la cherté des vivres, et de leur procurer, à des prix convenables, les principaux objets de leur consommation.

Ainsi, depuis la crise alimentaire, elle a acheté, à plusieurs reprises, des grains, des pommes de terre et des viandes exotiques, et elle leur cède ces substances aux prix coûtants et même avec des sacrifices momentanés.

Elle a notamment acheté, pour cet usage, en viande de porc salé d'Amérique, de première qualité :

En 1854. . . . . . . 47,450 kilogrammes.
En 1855. . . . . . . 49,500 »

Cette viande est revenue à la Société et a été livrée aux ouvriers au prix de 88 centimes le kilogramme en 1854, et, en raison d'une hausse considérable qu'elle a subie l'année suivante, à 98 centimes en 1855.

Des soupes économiques ont aussi été livrées aux ouvriers au prix coûtant, c'est-à-dire en moyenne à 10 centimes le litre.

C'est à Moresnet principalement, où tout était à créer, en raison du peu de ressources de la localité, et où la Société compte une nombreuse population ouvrière, qu'elle a dû se préoccuper des moyens d'alimentation; ses tentatives y ont eu le plus heureux résultat.

Boucheries. — La viande de boucherie y était pour ainsi dire hors d'usage, il y a quelques années, tant à cause de l'éloignement des lieux d'approvisionnement que de l'élévation des prix.

Afin de procurer à ses ouvriers cette nourriture fortifiante à un taux qui fût à la portée de leurs ressources, la Société a fait construire, dans une dépendance de son établissement, un abattoir, s'est entendue avec un boucher des environs qui vient deux fois par semaine dépecer le bétail sur place, et, au moyen d'un tarif convenu, elle fait vendre de cette manière la viande au prix de :

92 centimes le kilogramme de la première qualité;
77 » » de la deuxième qualité;
64 » » de la troisième qualité.

Boulangerie. — La hausse rapide qui eut lieu vers la fin de 1853, dans le prix des céréales, détermina également la Société à recourir à une mesure à peu près analogue pour procurer à ses ouvriers le pain à prix réduit.

Le kilogramme de pain coûtait à Moresnet, à cette époque, 41 centimes.

Elle a fait construire une boulangerie, fait des achats de grains et employé, pour la cuisson, de vieux bois de mines et des déchets de divers ateliers.

Par ce moyen, elle a pu fournir de suite à l'ouvrier le kilogramme de pain à 31 centimes, et lui faire réaliser ainsi une économie à peu près du quart de ce qu'il aurait continué à payer, si la Société n'était pas venue à son aide.

La quantité de pains fournie dans ces conditions s'est élevée pour une année à 378,505 kilogrammes, ce qui a produit pour l'ouvrier une économie de près de 38,000 francs et pour la Société seulement le léger sacrifice d'un millier de francs.

6° Besoins moraux et intellectuels.

A côté des mesures prises directement en vue de la prospérité de ses ouvriers, la Société de la *Vieille-Montagne* s'est aussi occupée des moyens de pourvoir, dans de certaines limites, à leurs besoins moraux et intellectuels.

Culte.—Elle s'est entendue avec le clergé pour que des offices eussent lieu, pour chacun de ses établissements, à des heures qui fussent en rapport avec les nécessités du travail.

L'église communale de Moresnet étant trop éloignée du lieu des travaux, la Société a agrandi la chapelle existant à l'établissement et y a érigé une succursale de la paroisse, où un prêtre consacre aux ouvriers son temps et tous ses soins.

Instruction. — Elle s'est attachée en même temps à pourvoir à un autre besoin essentiel, celui de l'instruction et de l'éducation de la jeunesse ouvrière.

Elle a établi à Moresnet, dans un local suffisamment spacieux et approprié à cette destination, une école à laquelle elle a attaché un instituteur spécial. La fréquentation de cette école est obligatoire et gratuite pour tous les enfants d'ouvriers habitant le territoire neutre de Moresnet.

Une classe d'ouvrages manuels pour les petites filles y est tenue, trois fois pendant la semaine, par la femme de l'instituteur.

La Société attache beaucoup de prix à former parmi les filles de ses travailleurs de bonnes ménagères, convaincue que l'ordre et l'économie dans la tenue du ménage exercent une influence très-favorable sur les mœurs et la conduite de l'ouvrier.

Musique, sociétés d'archers et de carabiniers. — En outre, l'administration a organisé dans ses principaux centres de travail des sociétés d'harmonie et de chant, et des sociétés d'archers et de carabiniers.

Les sociétés d'harmonie ont adopté chacune un uniforme spécial; elles servent dans les circonstances solennelles à rehausser l'éclat des fêtes intérieures et prennent part, à l'occasion, à des concours publics, où, à plusieurs reprises, elles ont remporté des distinctions.

Les employés de l'établissement se sont fait inscrire au nombre

des membres des sociétés de tir, et prennent part en commun aux exercices du tir à l'arc et à la carabine.

Chacune de ces sociétés a son uniforme et son drapeau particulier; les dépenses sont couvertes au moyen d'une légère subvention et d'une rétribution mensuelle des sociétaires.

FÊTES DES OUVRIERS.—Enfin, dans le but de fournir à l'ouvrier une occasion de plaisirs, la Société a institué, pour chacun de ses principaux établissements, aux jours marqués pour les fêtes locales ou kermesses, une fête spéciale consistant en jeux populaires, concours, danses, concerts, etc.

Nous terminons cette longue énumération, trop courte cependant pour l'importance des institutions de bienfaisance et de prévoyance créées par la Société de la *Vieille-Montagne*, par la publication des statuts de sa *Caisse d'Ouvriers*. Lors même que des compagnies moins riches hésiteraient à suivre en tout l'exemple si fécond en heureux résultats de la Société de la *Vieille-Montagne*, il leur sera toujours facile de donner aux caisses de prévoyance et de secours de leurs ouvriers une extension telle qu'elles puissent leur venir en aide dans tous les cas de chômages occasionnés par des maladies, des blessures ou des infirmités permanentes.

A. V.

STATUTS DE LA CAISSE DES OUVRIERS

APPROUVÉS PAR LE CONSEIL D'ADMINISTRATION DANS SA SÉANCE DU 10 NOVEMBRE 1849, ET REVISÉS DANS LES SÉANCES DU 27 FÉVRIER 1851 ET DU 25 AVRIL 1854.

PREMIÈRE SECTION.

CHAPITRE PREMIER.

CONSTITUTION ET DESTINATION.

Art. 1er. Il est institué, sous le patronage du conseil d'administration de la Société de la *Vieille-Montagne,* une caisse de bienfaisance appelée *Caisse des Ouvriers.*

Elle est unique pour tous les établissements de la Société en Belgique, en Allemagne et en France.

Art. 2. Le fonds de cette caisse se compose :

1° D'une retenue sur le salaire des ouvriers ;

2° D'une subvention de la Société ;

3° D'autres ressources dont il sera parlé plus loin.

Art. 3. Sous le titre d'ouvriers sont aussi compris tout contremaître ou surveillant dont le salaire est soumis à la retenue susdite.

Art. 4. La destination exclusive de cette Caisse est de donner des secours aux ouvriers de la Société et à leurs familles.

Art. 5. Ces secours se divisent en deux catégories principales, savoir :

1° Soins médicaux et indemnités de chômage, en cas de maladie ou de blessure ;

2° Pensions et indemnités aux invalides et aux vieillards, ainsi qu'aux familles des ouvriers morts au service de la Société.

Art. 6. Pour les secours de ces deux catégories, la Caisse des Ouvriers se divise en deux branches, dont la première s'appelle *Caisse de Secours* et la seconde *Caisse de Prévoyance.*

Art. 7. Toutes les dispositions spéciales relatives à chacune de ces deux caisses feront respectivement l'objet des deuxième et troisième sections du présent Règlement.

CHAPITRE II.

ADMINISTRATION.

Art. 8. L'administration de la Caisse des Ouvriers est gratuite; elle est exercée par un comité central, assisté d'autant de commissions permanentes qu'il y a d'établissements.

On entend par établissement une usine ou une agence de mines.

Art. 9. Le comité central est composé :

Du Directeur de la Société en Belgique;

Du Directeur de la Société en France;

De l'Ingénieur en chef des mines;

Des chefs des établissements;

D'un ouvrier ou d'un contre-maître ou surveillant délégué de chaque commission permanente.

Le comité est présidé de droit par le Directeur général de la Société.

Art. 10. Chaque commission permanente est composée :

Du Chef de l'établissement;

De 2 à 3 surveillants ou contre-maîtres, selon l'importance de l'établissement;

De 3 à 5 ouvriers, selon l'importance de l'établissement.

Art. 11. Les surveillants ou contre-maîtres sont désignés par le Chef de l'établissement.

Les ouvriers sont élus, pour les commissions permanentes, à la majorité des voix dans les divers services.

Art. 12. Les médecins ou chirurgiens de l'établissement sont adjoints à la commission permanente et sont priés d'assister à ses réunions.

Art. 13. Le Directeur général de la Société est de droit président de chacune des commissions permanentes.

En cas d'absence, il est remplacé par l'Ingénieur en chef ou par le Chef de l'établissement.

Art. 14. Les ouvriers faisant partie des commissions permanentes sont élus pour une année.

Ils sont immédiatement rééligibles.

Art. 15. Toute vacance parmi les ouvriers élus amène chaque fois une nouvelle élection.

CHAPITRE III.

COMMISSIONS PERMANENTES.

Art. 16. Les commissions permanentes délibèrent et statuent sur toutes les demandes de secours temporaires ; elles en déterminent la quotité et en fixent la durée. Les demandes de secours permanents ou extraordinaires sont renvoyées au comité central avec un rapport à l'appui.

Elles font les enquêtes quand elles le jugent utile ; elles interprètent provisoirement les dispositions des statuts sur lesquelles il y a contestation, et en réfèrent au comité central pour l'interprétation définitive.

Elles ordonnancent les dépenses, reçoivent et examinent les comptes de leurs caisses respectives.

Art. 17. Elles déterminent les cas dans lesquels les secours sont distribués en nature et non en argent.

Art. 18. Elles tiennent des réunions obligatoires le premier dimanche de chaque mois ; elles se réunissent en outre chaque fois qu'elles sont convoquées par l'un de leurs présidents.

Art. 19. Elles délibèrent valablement quand elles sont composées de plus de la moitié de leurs membres, à la condition qu'un de leurs présidents soit présent.

Art. 20. Les délibérations sont prises à la majorité des voix. En cas de partage, la voix du président et prépondérante.

Art. 21. Les délibérations sont consignées dans un registre spécial.

Le procès-verbal de chaque séance est rédigé par un secrétaire désigné par le président.

Il est signé par le président et le secrétaire.

Copie de ces procès-verbaux est envoyée chaque mois au Directeur de la Société pour être soumise au comité central.

Art. 22. Chaque commission permanente nomme dans son sein une ou plusieurs sous-commissions, lesquelles sont composées chacune d'un surveillant ou contre-maître et de deux ouvriers.

Ces sous-commissions sont chargées de visiter les ouvriers ou leurs familles secourus par la Caisse, ou qui pourraient avoir besoin de secours extraordinaires.

Les sous-commissions peuvent se faire accompagner des mé-

decins ou chirurgiens de l'établissement, si elles le jugent nécessaire.

Art. 23. Dans l'intervalle des réunions des commissions permanentes, le Chef de l'établissement, d'accord avec la sous-commission, peut prendre des mesures d'urgence, sauf à en référer à la commission permanente dans sa prochaine réunion.

CHAPITRE IV.

COMITÉ CENTRAL.

Art. 24. Le comité central se réunit tous les semestres. Ces réunions ont lieu le premier ou le deuxième dimanche de janvier et de juillet.

Des réunions exceptionnelles peuvent avoir lieu sur la convocation du Directeur de la Société.

Le comité élit un secrétaire.

Le secrétaire prépare l'ordre du jour et rédige les procès-verbaux, qui sont inscrits dans un registre spécial et signés par le président et le secrétaire.

Extrait de ces procès-verbaux est envoyé à chacune des commissions permanentes en ce qui les concerne.

Art. 25. Le comité délibère et statue souverainement sur tous les actes et décisions des commissions permanentes, après avoir entendu, s'il y a lieu, les parties intéressées.

Il interprète les dispositions des statuts sur lesquelles il y aurait contestation, sauf cependant appel au conseil d'administration, qui statuera en dernier ressort.

Il contrôle, dans chacune de ses séances semestrielles, les recettes et dépenses du semestre écoulé, et arrête, dans la séance de janvier, les comptes de l'année expirée.

Art. 26. Le comité délibère valablement quand il se compose de sept membres, dont le président et trois membres représentant la Société.

Les délibérations sont prises à la majorité des voix. En cas de partage, la voix du président est prépondérante.

Art. 27. Les réunions du comité ont lieu :

A. Au siége de la Société, à Angleur, pour les établissements de Belgique ;

B. Au siége de la Société, à Cologne, pour les établissements d'Allemagne ;

C. Au lieu qui sera désigné ultérieurement par le conseil d'administration pour les établissements de France.

Les frais de déplacement des membres du comité leur sont remboursés sur états au débit de la Caisse des Ouvriers.

Les ouvriers délégués reçoivent en outre comme indemnité une double journée de salaire fixe à prélever sur la Caisse susdite.

Les commissions permanentes des établissements très-éloignés du lieu des réunions pourront être représentées par leurs directeurs seuls.

DEUXIÈME SECTION.

CAISSE DE SECOURS.

CHAPITRE PREMIER.

DESTINATION.

Art. 28. La *Caisse de Secours* a pour but :

1° De donner des soins, en cas de maladie ou de blessure, aux ouvriers, à leurs femmes, à leurs enfants, en un mot, à tous les parents qui vivent du salaire des premiers ;

2° D'indemniser les ouvriers malades ou blessés des jours d'interruption dans leur travail régulier.

CHAPITRE II.

SERVICE MÉDICAL.

Art. 29. Des médecins, chirurgiens et pharmaciens sont attachés au service de chaque établissement ; leur nombre dépend de l'importance du personnel des ouvriers.

Ils sont payés sur le fonds de la caisse de secours.

Des mesures administratives régleront leurs rapports avec les malades.

CHAPITRE III

INDEMNITÉS.

Art. 30. L'indemnité de chômage, pour cause de maladie ou de blessure, est fixée à :

Moitié du salaire moyen pour tout ouvrier marié ou célibataire.

Cette indemnité pourra être majorée et portée aux $^2/_3$ du salaire moyen, par la commission permanente, sur la proposition du Chef de l'établissement.

Art. 31. Des secours spéciaux pourront être accordés à l'ouvrier, en sus de l'indemnité stipulée ci-dessus, lorsque l'incapacité de travail se sera prolongée au-delà d'un mois.

CHAPITRE IV.

REVENUS.

Art. 32. Les revenus de la caisse de secours se composent :

1° D'un prélèvement de 1 $^1/_2$ pour cent, fait sur toute espèce de salaire fixe ou à prime, que le travail soit à la tâche, à forfait ou à la journée ;

2° D'une subvention de la Société, qui consiste dans l'apport d'une somme annuelle égale à la moitié de celle qui provient du prélèvement susdit.

Art. 33. Le taux de ce prélèvement pourra être modifié chaque année par le comité central, d'après la situation et les besoins présumés de la caisse de secours.

Art. 34. Les revenus de la caisse de secours sont versés dans les caisses de la Société.

TROISIÈME SECTION.

CAISSE DE PRÉVOYANCE.

CHAPITRE PREMIER.

DESTINATION.

Art. 35. La *Caisse de Prévoyance* a pour but de donner des *secours temporaires, permanents ou extraordinaires* aux ouvriers ou à leurs familles.

CHAPITRE II.

SECOURS TEMPORAIRES.

Art. 36. Les *secours temporaires* pourront être accordés :

1° Aux ouvriers devenus veufs et pères d'enfants en bas âge, ou servant de soutien à un ou plusieurs de leurs ascendants ;

2° Aux veuves et enfants en bas âge des ouvriers morts, ou

aux femmes et enfants des ouvriers devenus incapables de travail;

3° Aux enfants orphelins n'ayant pas 14 ans accomplis;

4° Aux ascendants des ouvriers morts, si ceux-ci étaient leur seul soutien;

5° Aux ouvriers qui, frappés d'une incapacité de travail partielle, pourvoiront en partie à leur existence.

CHAPITRE III.

SECOURS PERMANENTS.

Art. 37. Les *secours permanents* sont acquis aux ouvriers devenus incapables de travail pour la vie :

1° Par suite de maladies contractées au service de la Société;

2° Par suite de blessures reçues au service de la Société;

3° Par suite de vieillesse;

4° Par suite d'un acte de dévoûment envers un ouvrier ou un employé de la Société.

Art. 38. L'importance des secours permanents à accorder aux ouvriers qui se trouveront dans l'un des trois premiers cas, prévus par l'article précédent, est déterminée par la durée de leurs états de service et leur salaire moyen.

A. En cas d'incapacité de travail par suite de maladies, ce secours sera :

Du quart du salaire moyen, si la durée du service a été d'un an au moins à dix ans;

De la moitié du salaire moyen, si la durée du service a été de dix à 20 ans;

Des trois quarts du salaire moyen, si la durée du service a été de vingt à trente ans;

De la totalité du salaire moyen, si la durée du service a été de trente ans et plus.

B. En cas d'incapacité de travail par suite de blessures ou de vieillesse, ce secours sera :

De la moitié du salaire moyen, si la durée du service a été de moins de vingt ans;

Des trois quarts du salaire moyen, si la durée du service a été de vingt à trente ans;

De la totalité du salaire moyen, si la durée du service a été de trente ans et plus.

Art. 39. Si l'incapacité de travail résulte de blessure reçue ou de maladie contractée en sauvant ou tentant de sauver un ouvrier ou un employé de la Société, le secours pourra être de la totalité du salaire moyen, quelle qu'ait été la durée du service.

Art. 40. On entend par salaire moyen celui que l'ouvrier avait au moment où ses droits se sont ouverts, salaire fixe et primes cumulés.

Dans aucun cas, le salaire moyen ne pourra être admis, comme base du secours permanent, pour un chiffre supérieur à 1 franc 50 centimes par jour.

Art. 41. La durée des états de service se calcule en accumulant le temps que l'ouvrier aura passé au service de la Société, à diverses époques, et dans l'un ou l'autre de ses établissements.

Les registres du personnel tenus dans chaque établissement feront foi de ces états de service.

CHAPITRE IV.

SECOURS EXTRAORDINAIRES.

Art. 42. Des *secours extraordinaires* pourront être accordés, sur la proposition de la commission permanente, pour des cas spéciaux, dont le comité central sera seul juge.

Ces secours pourront être renouvelés, mais ils n'auront pas un caractère de durée comme les secours temporaires.

Art. 43. La caisse de prévoyance se charge, pour les ouvriers et leurs familles qui sont dans un état d'indigence, des frais de funérailles, lesquelles seront, du reste, uniformes pour tous.

CHAPITRE V.

REVENUS.

Art. 44. Les revenus de la caisse de prévoyance se composent :

1° D'un prélèvement de 1 $^1/_2$ pour cent sur toute espèce de salaire fixe ou à prime, que le travail soit à la tâche, à forfait ou à la journée;

2° D'une subvention de la Société, qui consiste dans l'apport d'une somme annuelle égale à la moitié de celle qui provient du prélèvement susdit ;

3° Des dons volontaires qui pourront être faits par quelque personne que ce soit;

4° Du solde annuel de la caisse de secours, sauf la retenue d'un *minimum* à déterminer, pour chaque établissement, par le comité central d'après les besoins présumés;

5° Du solde annuel du compte des *primes retenues* non distribuées pour cause de déchéance;

6° Du solde annuel du compte des retenues faites sur le salaire à titre de pénalités, déduction faite de ce qui sera éventuellement distribué en gratifications.

Art. 45. Les revenus de la caisse de prévoyance seront versés dans les caisses de la Société et jouiront d'un intérêt de 5 pour cent par an aussi longtemps qu'une décision du conseil d'administration ne leur aura pas assigné d'emploi spécial.

On entend par emploi spécial le placement en fonds publics ou le versement dans les caisses offrant la garantie du Gouvernement, auxquels cas la Société se trouvera dégagée de toute responsabilité, et les fonds ainsi placés ne jouiront d'autres intérêts que de ceux qui sont accordés par le Gouvernement ou par les caisses offrant sa garantie.

QUATRIÈME SECTION.

CHAPITRE PREMIER.

COMPTABILITÉ.

Art. 46. Les revenus de la Caisse des Ouvriers, de quelque source qu'ils proviennent, sont portés, par chaque établissement, au crédit respectif des caisses de secours et de prévoyance.

Les dépenses autorisées, soit par le comité central, soit par la commission permanente, sont portées au débit de ces caisses.

Art. 47. A chaque réunion du comité central, il sera présenté un aperçu de la situation de la Caisse des Ouvriers, et le résultat en sera inséré au procès-verbal, afin que les délégués et les commissions permanentes en aient parfaite connaissance.

Il sera dressé, à la fin de chaque exercice, des comptes généraux qui seront soumis à l'approbation du comité central.

Art. 48. Les secours temporaires, permanents ou extraordinaires, et les indemnités sont payés à la même date que les salaires réguliers.

En cas d'urgence, des payements de secours ou d'indemnités échus pourront se faire dans l'intervalle.

En cas d'absence des ayants droit, les secours et les indemnités ne pourront être remis à des tiers que sur présentation d'un certificat de vie, et, en outre, pour les veuves, d'un certificat de viduité.

Ces certificats devront être délivrés par le chef de l'administration communale du domicile de l'ayant droit.

CHAPITRE II.

CAS D'INDIGNITÉ ET DE DÉCHÉANCE.

Art. 49. N'ont pas droit aux bienfaits de la Caisse des Ouvriers :

1° Les ouvriers malades ou blessés par suite de désordre de conduite ou de débauche ;

2° Les ouvriers qui se sont fait des mutilations ou des blessures volontaires.

Art. 50. Les droits à la Caisse des Ouvriers se perdent :

1° Par la cessation de l'incapacité de travail ;

2° Par toute condamnation à une peine afflictive ou infamante.

Pourront être privés de ces droits les ouvriers condamnés correctionnellement ; et, dans tous les cas, le secours cessera pendant toute la durée de l'emprisonnement.

Art. 51. Les veuves sont déchues de leurs droits :

1° Si elles contractent un nouveau mariage ;

2° Si elles vivent publiquement en concubinage ;

3° Si elles se trouvent dans le premier cas prévu par l'art. 49, ou dans le second cas prévu par l'art. 50.

CHAPITRE III.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 52. Les cas de maladie, de blessure ou d'incapacité de travail donnant des droits à la Caisse des Ouvriers sont constatés exclusivement par les médecins ou chirurgiens attachés à l'établissement.

Si l'éloignement du domicile de l'ouvrier rendait cette constatation impossible, les certificats de médecins ou chirurgiens

étrangers seraient admis, après avoir été visés par ceux de l'établissement.

Art. 53. Tout ouvrier admis au service de la Société a droit aux avantages stipulés dans les présents statuts, à moins que l'incapacité de travail ne provienne d'une cause antérieure ou étrangère au service de la Société.

Le Chef de l'établissement pourra exiger de l'ouvrier, avant son admission, un certificat des médecins ou chirurgiens de l'établissement, constatant qu'il n'est atteint d'aucune affection ou infirmité qui le prédisposerait à une prochaine incapacité de travail.

Art. 54. Tout ouvrier qui quitte le service de la Société perd tous les droits conférés par les présentes, sauf ce qui est dit à l'art. 41.

Dans aucun cas, il ne pourra répéter les retenues prélevées sur son salaire.

Art. 55. Tout ouvrier qui entre au service de la Société fait, par cela même, acte d'adhésion sans réserve aux statuts de cette Caisse, lesquels devront être affichés dans chacun des établissements.

Art. 56. Les modifications aux présents statuts proposées par le comité central seront soumis au Conseil d'administration.

Art. 57. Le présent règlement sera soumis à la sanction du Gouvernement, dans les pays où cette formalité est obligatoire.

Le Directeur général de la Société,

SAINT-PAUL DE SINÇAY.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.

POIDS ET MESURES.

I.

LOI SUR LES POIDS ET MESURES ([1]).

LÉOPOLD, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

Les Chambres ont adopté et Nous sanctionnons ce qui suit :

SECTION PREMIÈRE.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 1er. Le système métrique décimal des poids et mesures, établi par la loi du 21 août 1816, continue d'être appliqué dans toute la Belgique.

Les valeurs et les dénominations des mesures comprises dans ce système sont déterminées dans le tableau ci-annexé.

Art. 2. Le mètre et le kilogramme déposés à la Chambre des Représentants, en exécution de la loi du 4 mars 1848, sont les étalons prototypes des poids et des mesures.

Ces étalons sont conservés dans une armoire fermant à trois clefs, dont l'une est confiée au président du Sénat, une autre au

([1]) Cette loi, et les différents arrêtés royaux qui en règlent l'exécution, ont été insérés dans le *Moniteur belge*, du mois d'octobre 1855 (n° 303).

Nous ne reproduisons dans les *Annales des travaux publics* que la loi même et ceux de ces arrêtés qui nous ont paru devoir intéresser nos lecteurs. Il nous a semblé que les détails de l'organisation et du service de vérification des poids et mesures, de la surveillance et du mode de constater les contraventions, devaient rester étrangers à ce recueil.

D'autre part, au moment où l'attention générale se porte sur l'utilité qu'il aurait à voir adopter partout un système uniforme de monnaies, de poids et de mesures, les documents que nous publions démontrent que la Belgique, où le système métrique décimal est introduit depuis longtemps, se trouve bien de ce système et cherche à en améliorer l'application.

président de la Chambre des Représentants, et la troisième au Ministre de l'intérieur.

Art. 3. Les dénominations indiquées dans le tableau dont il est fait mention à l'art. 1er, sont exclusivement employées dans les actes publics, ainsi que dans les affiches ou annonces.

A partir du 1er janvier 1856, l'emploi exclusif en sera également obligatoire dans les actes sous seing privé, registres de commerce et autres écritures privées, produits en justice.

Sont exceptés de cette mesure :

1° Les actes de commerce relatifs aux affrétements et expéditions pour l'étranger, et en général ceux dans lesquels on doit faire mention de négociations étrangères ou de biens immeubles situés en pays étrangers, ou qui portent consentement à radiation;

2° La désignation de rentes ou créances résultant d'actes antérieurs à la loi qui a introduit le système décimal en Belgique.

Art. 4. Il est défendu de posséder ou d'employer des poids et mesures autres que ceux établis par la loi.

Cette défense s'applique partout où les poids et mesures sont employés aux transactions ou servent de base à des perceptions à charge des particuliers.

SECTION II.

DE LA VÉRIFICATION DES POIDS ET MESURES.

Art. 5. Les poids, mesures et instruments de pesage sont vérifiés et poinçonnés avant d'être exposés en vente ou livrés au commerce.

Ne sont pas considérés comme mesures, les vases à l'usage des consommateurs dans les lieux où l'on vend à boire.

Art. 6. Les poids et mesures présentés à la vérification, mis en vente ou employés dans le commerce, portent d'une manière distincte et lisible le nom qui leur est affecté dans la nomenclature systématique, ainsi que le nom ou la marque du fabricant ou du vendeur.

Les instruments de pesage portent également le nom ou la marque du fabricant ou du vendeur.

Un arrêté royal pourra excepter de l'exécution de ces prescriptions les poids et mesures dont les dimensions ou la matière ne s'y prêteraient pas.

Art. 7. Les instruments de pesage dont il aura été fait emploi avant la publication de la présente loi seront vérifiés et poinçonnés dans un délai à fixer par arrêté royal.

Ils pourront ne porter ni le nom ni la marque du fabricant ou du vendeur.

Art. 8. Les poids et mesures sont soumis à une vérification périodique. Ceux qui en sont susceptibles sont chaque fois marqués d'un poinçon qui en garantit l'exactitude.

Sont exempts de la vérification périodique les poids et mesures non encore en usage, ainsi que les mesures en verre ou en poterie.

Art. 9. A partir du 1er juillet 1859, les futailles employées à la vente des boissons, liquides ou autres matières, porteront la marque du vendeur et l'indication de la contenance en mesures décimales.

Sont exceptées de cette disposition les futailles provenant directement de l'étranger.

Les marques prescrites ci-dessus sont apposées par les soins du vendeur, et sous sa responsabilité.

SECTION III.

DU PERSONNEL DU SERVICE DES POIDS ET MESURES.

Art. 10. Il y a, dans les provinces, des fonctionnaires chargés de vérifier et de poinçonner les poids, mesures et instruments de pesage. Il portent le titre de vérificateurs et vérificateurs-adjoints des poids et mesures.

Ces agents sont nommés par le Roi.

SECTION IV.

DE LA VÉRIFICATION DES ÉTALONS DES POIDS ET DES MESURES.

Art. 11. La vérification des étalons de troisième rang, dont se servent les vérificateurs des poids et mesures, a lieu, tous les deux ans, à Bruxelles, en présence d'une commission nommée par le Ministre de l'intérieur.

Des mesures d'un mètre et d'un kilogramme, conformes à ceux mentionnés à l'art. 2 ci-dessus, sont conservées à cet effet, comme étalons de deuxième rang, au département de l'intérieur.

Art. 12. Tous les dix ans, au moins, ces étalons de deuxième ordre sont vérifiés et confrontés avec les étalons prototypes.

Cette opération se fait par une commission nommée par le Roi, et en présence du président du Sénat, du président de la Chambre des Représentants et du Ministre de l'intérieur.

SECTION V.

DE LA SURVEILLANCE EN MATIÈRE DE POIDS ET MESURES.

Art. 13. Les commis des accises spécialement commissionnés à cet effet, constatent, concurremment avec les employés de l'enregistrement et les officiers de police judiciaire, les infractions à la loi et aux règlements sur les poids et mesures.

Les vérificateurs et vérificateurs-adjoints ont qualité pour constater les mêmes infractions; ils prêtent serment devant le président du tribunal de première instance de leur ressort.

Les procès-verbaux des fonctionnaires, agents ou employés dénommés ci-dessus font foi en justice jusqu'à preuve du contraire.

Art. 14. Les lieux où se font habituellement, soit des perceptions à charge des particuliers, soit des transactions pour lesquelles on emploie des poids et mesures, sont soumis à la visite des fonctionnaires, agents ou employés dénommés à l'article qui précède, pendant tout le temps qu'ils sont ouverts au public.

Sont également soumis à cette visite, après le lever et avant le coucher du soleil, les lieux affectés à la même destination dont l'accès n'est pas ouvert au public; toutefois, les commis des accises et les vérificateurs ne peuvent y pénétrer, si ce n'est en présence soit du commissaire de police, soit d'un membre de l'administration communale, et le procès-verbal sera, le cas échant, signé par celui en présence de qui il aura été fait.

Art. 15. Le produit des amendes prononcées en matière de poids et mesures sera partagé, par moitié, entre les employés verbalisants et l'État. Toutefois, lorsqu'il s'agira de contraventions constatées par les employés de l'enregistrement, les vérificateurs et vérificateurs-adjoints, le produit des amendes sera en totalité versé dans les caisses du trésor.

SECTION VI.

DES PÉNALITÉS.

Art. 16. Seront punis :

A. D'une amende de 20 à 25 francs :

1° Ceux qui posséderont de faux poids, de fausses mesures ou de faux instruments de pesage, et ce, sans préjudice des peines correctionnelles établies par le Code pénal contre ceux qui auraient fait emploi de ces faux instruments de pesage ou de mesurage ;

2° Ceux qui se seront refusés ou opposés à la visite des agents investis du droit de rechercher les infractions en matière de poids et mesures.

B. D'une amende de 10 à 20 francs :

Ceux qui posséderont ou qui emploieront des poids et mesures prohibés par l'art. 4 de la présente loi.

C. D'une amende de 5 à 15 francs :

1° Ceux qui posséderont ou qui emploieront des poids, mesures, futailles, instruments de pesage non revêtus des marques prescrites ;

2° Les contrevenants à l'art. 3 de la présente loi.

L'amende sera perçue pour chaque acte ou écriture sous signature privée ; quant aux registres de commerce, ils ne donneront lieu qu'à une seule amende pour chaque contestation dans laquelle ils seront produits.

Art. 17. La peine d'emprisonnement de 1 à 7 jours pourra, selon les circonstances, être prononcée contre les contrevenants, dans les cas prévus par le litt. *A* de l'article précédent.

Art. 18. En condamnant à l'amende, le juge ordonnera qu'à défaut de payement, elle soit remplacée par un emprisonnement qui ne pourra excéder le terme de sept jours, et que, dans tous les cas, le condamné peut faire cesser en payant l'amende.

Art. 19. En ce qui concerne la condamnation aux frais prononcée au profit de l'État, la durée de la contrainte par corps sera déterminée par le jugement ou l'arrêt, sans qu'elle puisse être au-dessous de huit jours ni excéder un mois. Néanmoins les condamnés qui justifieront de leur insolvabilité, suivant le mode prescrit par les lois ordinaires de la procédure criminelle, seront mis en

liberté, après avoir subi sept jours de contrainte, quand les frais n'excéderont pas 25 fr.

La contrainte par corps n'est exercée ni maintenue contre les condamnés qui ont atteint leur soixante et dixième année.

Art. 20. Seront, de plus, saisis, confisqués et brisés, les instruments mentionnés dans le litt. *A*, n° 1° de l'art. 16, ainsi que les poids et mesures tombant sous l'application de l'art. 4.

Seront simplement saisis et restitués après jugement, les instruments qui ne présenteraient d'autre irrégularité que d'être dépourvus des empreintes de la vérification ; il en sera de même des futailles qui ne porteraient pas les indications prescrites.

Art. 21. Les futailles portant des indications fausses, quant à leur contenance, seront assimilées aux fausses mesures.

Art. 22. Des arrêtés royaux décréteront toutes les dispositions nécessaires pour assurer l'application régulière et complète de la loi ; ils régleront la forme et la composition des poids et des mesures, et détermineront les conditions que doivent remplir ces instruments, de même que les instruments de pesage.

Le service de la vérification et celui de la surveillance en matière de poids et mesures, le mode de constater les contraventions, feront aussi l'objet d'arrêtés royaux.

Art. 23. Les contraventions aux arrêtés pris en vertu du § 1er de l'article qui précède seront punies d'après le litt. *C* de l'art. 16.

Art. 24. Les tribunaux de simple police connaîtront de toutes les contraventions à la présente loi et aux arrêtés pris pour son exécution.

Toutefois, la disposition du § 2 de l'art. 2 de la loi du 1er mai 1849, relative aux circonstances atténuantes, n'est pas applicable aux contraventions prévues par la présente loi.

Promulguons la présente loi, ordonnons qu'elle soit revêtue du sceau de l'État, et publiée par la voie du *Moniteur*.

Donné à Laeken, le 1er octobre 1855.

Par le Roi : LÉOPOLD.

Le Ministre de l'intérieur,
P. de Decker.

Vu et scellé du sceau de l'État :
Le Ministre de la justice,
Alp. Nothomb.

Tableau des mesures légales (1).

NOMS SYSTÉMATIQUES.	VALEURS.
	Mesures de longueur.
Myriamètre.	Dix mille mètres.
Kilomètre	Mille mètres.
Hectomètre.	Cent mètres.
Décamètre.	Dix mètres.
Mètre.	Unité fondamentale du système (dix-millionième partie du quart du méridien terrestre).
Décimètre	Dixième du mètre.
Centimètre.	Centième du mètre.
Millimètre.	Millième du mètre.
	Mesures agraires.
Hectare.	Cent ares ou dix mille mètres carrés.
Are.	Cent mètres carrés, carré de dix mètres de côté.
Centiare.	Centième de l'are, ou mètre carré.
	Mesures de capacité.
Kilolitre.	Mille litres.
Hectolitre.	Cent litres.
Décalitre.	Dix litres.
Litre.	Décimètre cube.
Décilitre.	Dixième du litre.
Centilitre.	Centième du litre.
	Mesures de solidité.
Décastère.	Dix stères.
Stère.	Mètre cube.
Décistère.	Dixième du stère.
	Poids.
. . . .	Mille kilogrammes, poids du mètre cube d'eau et du tonneau de mer.
. . . .	Cent kilogrammes, quintal métrique.
Myriagramme.	Dix kilogrammes.
Kilogramme.	Mille grammes (poids, dans le vide, d'un décimètre cube d'eau distillée à la température de quatre degrés centigrades).
Hectogramme.	Cent grammes.
Décagramme.	Dix grammes.
Gramme.	Poids d'un centimètre d'eau cube à quatre degrés centigrades.
Décigramme.	Dixième du gramme.
Centigramme.	Centième du gramme.
Milligramme.	Millième du gramme.

(1) Il ne pourra être construit que des multiples ou des sous-multiples décimaux de chaque unité de mesure.

II.

ARRÊTÉ ROYAL RÉGLANT LA FORME ET LA COMPOSITION DES POIDS ET MESURES.

LÉOPOLD, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

Vu l'art. 22 de la loi du 1er octobre 1855, portant, entre autres, que des arrêtés royaux régleront la forme et la composition des poids et des mesures, et détermineront les conditions que doivent remplir ces instruments;

Considérant que les dispositions préparées en exécution de cet article tendent à apporter au régime actuel certains changements, dont l'application est subordonnée à des travaux matériels préparatoires qui doivent entraîner des délais;

Attendu qu'il y a lieu de prendre des mesures transitoires relativement à cet objet, en attendant l'adoption et la mise en vigueur de dispositions définitives;

Sur le rapport de Notre Ministre de l'intérieur, Notre Ministre de la justice entendu;

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Les diverses dispositions rendues en vertu de l'art. 17 de la loi du 21 août 1816, sur la forme et la composition des poids et des mesures restent provisoirement en vigueur.

Toutefois, l'art. 2, le § 1er de l'art. 8 et le paragraphe final de l'art. 9 de l'arrêté royal du 8 juin 1819, sont abrogés en tant qu'ils permettent de fabriquer des poids autres que ceux indiqués dans le tableau ci-annexé.

Les poids déjà en usage, et qui s'écartent des séries légales, devront être mis hors de service, avant le 1er janvier 1856.

Art. 2. Les poids et les mesures neufs, présentés à la vérification première, ne seront pas admis au poinçonnage, s'ils ne remplissent les conditions établies par les dispositions mentionnées au § 1er de l'article ci-dessus. En outre, le poinçonnage sera refusé :

1° *Pour les mesures de longueur.*

a. Si ces mesures présentaient des traces de fracture, ou des marques pouvant se rapporter à des mesures anciennes;

b. Si les divisions en centimètres et en millimètres n'étaient pas exactes, déliées et d'équerre avec la longueur de chaque mesure;

d. Si elles ne portaient pas le nom qui leur est propre, ainsi que le nom ou la marque du fabricant ou du vendeur.

2° *Pour les mesures de capacité destinées aux matières sèches.*

a. Si toutes leurs parties n'étaient pas solidement et invariablement assemblées;

b. Si elles n'étaient pas munies du nom qui leur est propre, ainsi que du nom ou de la marque du fabricant ou du vendeur.

3° *Pour les mesures à liquides.*

a. Si les mesures en étain ou en fer-blanc ne conservaient pas le liquide;

b. Si elles avaient des soufflures, des cavités ou d'autres imperfections remarquables;

c. Si la surface intérieure ou le bord supérieur avait été altéré, et si on n'y apercevait plus le mat que donne la fonte;

d. Si chaque mesure ne portait son nom propre, et le nom ou la marque du fabricant ou du vendeur.

4° *Pour les poids en fer.*

a. S'ils ne se trouvaient pas compris dans la série légale;

b. Si la fonte était cassante ou présentait des soufflures, bavures ou autres imperfections;

c. Si le plomb qui retient l'anneau n'était pas coulé d'un seul jet;

d. Si chaque poids ne portait, à sa surface supérieure, l'expression de sa valeur, conformément au tableau ci-annexé, et si le fabricant ou le vendeur avait omis d'y apposer son nom ou sa marque.

5° *Pour les poids en cuivre.*

S'ils présentaient l'un ou l'autre des défauts qui doivent faire rejeter les poids en fonte de fer.

Art. 3. Les poids et mesures déjà vérifiés et poinçonnés seront encore admis aux vérifications périodiques subséquentes, pourvu qu'ils remplissent les conditions suivantes :

a. Que les matières dont ils sont construits offrent des garanties suffisantes de solidité;

b. Qu'ils portent l'expression de leur valeur uniquement en dénominations légales, et ce conformément aux indications du tableau mentionné plus haut.

Art. 4. Les vérificateurs sont dispensés d'apposer les marques du poinçon sur les poids au-dessous du gramme [1].

Art. 5. Pour la commodité du mesurage et du transport des divers produits des mines et carrières, et généralement de toutes matières grossières, ainsi que de certains fruits, tels que les pommes de terre, les poires, les pommes, les prunes, les noix, il est permis de se servir pour ces objets de mannes en osier de la contenance d'un hectolitre, d'un demi-hectolitre et d'un double décalitre.

Cette faculté est accordée aux conditions suivantes :

1° Que les mannes soient construites avec solidité;

2° Que le vendeur tienne constamment sur le lieu de la vente ou du mesurage, à la disposition des agents chargés de surveiller l'usage des poids et mesures, des mesures en fer ou en bois, régulièrement vérifiées et poinçonnées;

3° Que les mesurages soient opérés avec les mesures légales toutes les fois que l'acheteur en fera la demande.

La condition reprise sous le n° 2° n'est pas applicable dans les marchés des villes où il existe un bureau public de pesage et de mesurage.

DISPOSITIONS PARTICULIÈRES.

Art. 6. Les agents de la douane, des accises et de l'octroi pourront continuer à employer les jauges et les mètres en ruban qui leur sont fournis par les administrations auxquelles ils ressortissent.

Ils devront néanmoins, avant et après chaque opération de mesurage, contrôler les mesures en ruban avec le mètre en métal dont ils sont pourvus.

[1] Article abrogé. Voir l'arrêté royal du 27 mai 1836, p. 21.

Ces instruments ne sont point assujettis à l'exercice des vérificateurs des poids et mesures.

Art. 7. Notre Ministre de l'intérieur est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Laeken, le 8 octobre 1855.

Par le Roi : LÉOPOLD.

Le Ministre de l'intérieur,

P. DE DECKER.

Tableau des poids en fer et en cuivre autorisés.

POIDS EN FER.	POIDS EN CUIVRE.
Pièces de :	Pièces de :
50 kilog. (kilogrammes.)	20 kilogrammes.
20 kilog »	10 kilogrammes.
10 kilog. »	5 kilogrammes.
5 kilog. »	2 kilogrammes.
2 kilog »	1 kilogramme.
1 kilog. »	500 grammes.
	200 grammes.
	100 grammes.
	50 grammes.
	20 gram. (grammes.)
	10 gram. »
	5 gram »
	2 gram. (grammes.)
	1 gram. »
	5 décig. (décigrammes.)
	2 décig (décigrammes)
	1 décig. »
	5 centig. (centigrammes.)
	2 c g. (centigrammes.)
	1 c.g. »
	5 m g. (milligrammes.)
	2 m. (milligrammes)
	1 m. »

Approuvé pour être annexé à Notre arrêté du 8 octobre 1855.

Par le Roi : LÉOPOLD.

Le Ministre de l'intérieur,

P. DE DECKER.

III.

ARRÊTÉ ROYAL SUR LES BALANCES ET AUTRES INSTRUMENTS DE PESAGE.

LÉOPOLD, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

Vu l'art. 22 de la loi du 1er octobre 1855, portant, entre autres, que des arrêtés royaux détermineront les conditions que doivent remplir les instruments de pesage;

Vu également l'art. 23 de ladite loi;

Sur le rapport de Notre Ministre de l'intérieur,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Les instruments de pesage dont il est permis de faire emploi pour régler, soit des transactions, soit des perceptions à charge des particuliers, sont :

1° Les balances à bras égaux [1];

2° Les balances-bascules.

Toutefois, l'usage des romaines actuellement existantes sera toléré jusqu'au 1er janvier 1857.

Art. 2. Les conditions que doivent remplir ces instruments pour être admis à la vérification et au poinçonnage sont les suivantes :

Balances à bras égaux.

a. Les balances à bras égaux doivent être solidement et régulièrement construites.

Il faut que les parties correspondantes des deux bras du fléau soient symétriques.

b. Le fléau doit être en métal; il sera plus large qu'épais, principalement au centre, de manière qu'il doive sa rigidité à sa position de champ plutôt qu'à sa grosseur.

c. Le couteau sera en acier trempé; il devra être fixé avec soli-

[1] Sont comprises parmi les balances de cette espèce celles dites : *Roberval*.

dité, et perpendiculairement au fléau; l'arête du couteau devra former une ligne droite.

Les points de suspension des plateaux seront placés à égale distance du centre du fléau, et sur une même ligne avec l'arête du couteau.

La partie de la chape qui sert d'appui au couteau doit être en acier trempé.

d. Le fléau doit être suffisamment libre dans la chape.

e. Les balances à bras égaux doivent être oscillantes : leur sensibilité est fixée à 1/2,000 du poids de leur portée (1).

Balances-bascules.

a. Les balances-bascules doivent être oscillantes et établies de manière à donner un rapport exact de 1 à 10, quel que soit le poids dont on les charge, et la place qu'il occupe sur le tablier.

Elles devront être solidement et régulièrement construites.

b. La portée de ces instruments ne peut être inférieure à 50 kilogrammes.

Leur sensibilité est fixée à 1/1,000 de leur portée.

c. L'indication de la portée de chaque balance-bascule sera exprimée en kilogrammes, sur une plaque en métal incrustée dans le montant.

Art. 3. Les instruments de pesage, dits : *pèse-lettres*, actuellement en usage dans le service des postes, sont provisoirement maintenus.

Art. 4. A dater du 1er janvier 1856, les vérificateurs procéderont à la vérification des instruments dont il aura été fait emploi avant la publication de la loi.

Ils se rendront, à cet effet, dans toutes les communes de leur ressort, ainsi qu'au domicile des fabricants et marchands de balances.

Leurs opérations seront réglées de manière qu'elles soient terminées dans les huit premiers mois de l'année.

Ceux des instruments dont il s'agit qui ne rempliraient pas les conditions essentielles exigées par l'art. 2, devront être immédia-

(1) On entend par ce mot le *maximum* du poids que la balance est destinée à peser.

tement remplacés, ou réparés, s'ils présentaient des défauts susceptibles d'être corrigés.

Art. 5. L'empreinte du poinçon sera fixée, soit au-dessous du couteau d'appui, au cul-de-lampe ou au chef du fléau, soit sur l'un des bras, pour les balances à bras égaux, et, dans tous les cas, sur un point apparent.

Art. 6. Les instruments de pesage qui s'écartent des formes usitées ou qui offrent une disposition nouvelle dans le mode de construction, seront soumis à l'examen d'une commission, sur l'avis de laquelle Notre Ministre de l'intérieur décidera s'il y a lieu d'en autoriser l'usage.

Art. 7. Notre Ministre de l'intérieur est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Laeken, le 9 octobre 1855.

Par le Roi : LÉOPOLD.

Le Ministre de l'intérieur,

P. DE DECKER.

IV.

INSTRUCTIONS POUR L'EXÉCUTION DES ARRÊTÉS ROYAUX DU 8 ET DU 9 OCTOBRE 1855.

Bruxelles, le 16 novembre 1855.

A MM. les Gouverneurs des provinces.

Monsieur le Gouverneur,

Je crois devoir vous adresser quelques instructions spéciales, que vous voudrez bien communiquer aux vérificateurs, en ce qui concerne l'exécution des arrêtés du 8 et du 9 octobre.

L'arrêté du 8 octobre maintient provisoirement les dispositions décrétées en vertu de la loi du 21 août 1816, sur la forme et la composition des poids et des mesures. Les vérificateurs appliqueront donc ces dispositions comme précédemment. Toutefois, l'arrêté stipule, à l'art. 2, quelques conditions spéciales que les poids et les mesures neufs devront remplir à l'avenir pour être admis au poinçonnage.

L'art. 3 fixe aussi deux conditions nouvelles d'admissibilité pour

les poids et les mesures déjà en usage, et qui seront présentés aux vérifications périodiques subséquentes. Vous inviterez les administrations communales à faire de cet article l'objet d'un avis particulier, par lequel elles engageront les assujettis dont les poids ou mesures ne se trouveraient pas en règle, à y faire apporter, en temps utile, les changements nécessaires, afin de ne pas s'exposer à les voir refuser à la vérification qui aura lieu en 1857.

Par l'art. 3, les vérificateurs sont dispensés de poinçonner les poids en dessous du gramme; mais ils n'en devront pas moins les vérifier toujours avec la plus grande exactitude.

En présence de cette disposition, les poids dont il s'agit ne pourront naturellement être saisis pour défaut de poinçonnage, et les officiers de police se borneront à constater s'ils portent l'indication de leur valeur en dénominations légales.

Une disposition ministérielle du 15 novembre 1844 avait permis, sous certaines conditions, l'emploi de mannes en osier de la contenance d'un hectolitre et d'un demi-hectolitre pour le mesurage et le transport de la houille et de la chaux. L'art. 5 de l'arrêté du 8 octobre étend cette latitude au mesurage et au transport des divers produits des mines et carrières, et généralement de toutes matières grossières, ainsi que des fruits appartenant aux catégories qui sont désignées dans l'article.

Il n'est pas à présumer, Monsieur le Gouverneur, que l'on se méprenne sur le sens des mots *matières grossières;* il est évident qu'ils doivent s'entendre de ces matières abondantes et de valeur relativement peu élevée dont le mesurage n'exige pas une rigoureuse exactitude; je citerai entre autres, la chaux, le charbon de bois, la cendre, le grès, la tourbe. Cependant, si la généralité de ces termes donnait lieu dans la pratique à des inconvénients, comme l'arrêté dont il s'agit n'est que provisoire, je vous prierais de me les signaler, afin qu'il y puisse être remédié.

L'article 6 renferme des dispositions particulières pour les jauges et les mètres en ruban dont se servent les employés de la douane, des accises et de l'octroi. Ces employés pourront continuer à faire usage de ces instruments spéciaux; mais les mesures en ruban étant sujettes à des variations plus ou moins sensibles, ils devront, avant et après chaque opération de mesurage, contrôler la mesure au moyen du mètre en métal qui leur est fourni par l'administration.

Les jauges et les mètres dont il s'agit ne sont pas assujettis à l'exercice des vérificateurs. En fixant aussi sur ce point l'attention des agents chargés de la recherche des contraventions, vous leur ferez remarquer, Monsieur le Gouverneur, que la même exemption s'applique aux autres instruments de mesurage, tels que les densimètres, les tubes en verre gradués, etc., dont se servent les employés des accises; le caractère et la destination tout spéciaux de ces instruments justifient cette exception.

Je passe à l'arrêté du 9 octobre, concernant les instruments de pesage.

Aux termes de l'art. 1er, les seuls instruments de l'espèce dont l'emploi soit autorisé pour régler des transactions, ou des perceptions à charge des particuliers, sont les balances à bras égaux et les balances-bascules.

Les premières sont très-répandues dans le commerce. Elles sont susceptibles de la plus grande précision, ce qui les rend propres à toutes les pesées.

Cependant, la bascule, à cause de sa forme particulière, est d'un usage plus commode pour les matières lourdes ou volumineuses; elle présente, en outre, l'avantage de n'exiger que le dixième des poids nécessaires aux balances ordinaires. Mais cet instrument, dans les conditions où il existe aujourd'hui, ne saurait atteindre au même degré de sensibilité que la balance à bras égaux; par ce motif, il a fallu en limiter l'emploi dans le commerce de détail, en disposant que la portée de la bascule ne peut être inférieure à 50 kilogrammes.

Les balances à bras égaux (y compris la balance Roberval), et les bascules sont donc les seuls instruments qui devront être soumis à la vérification. Quant à ceux de toute autre espèce, les vérificateurs n'auront pas à s'en occuper, et les officiers de police se borneront à veiller à ce qu'on ne les affecte pas aux destinations indiquées dans l'arrêté.

Au nombre des instruments exclus de ces usages, se trouve la *romaine*, actuellement employée dans certaines parties du pays. Mais, par mesure transitoire, l'arrêté permet l'emploi des *romaines* existantes, jusqu'au 1er janvier 1857, et vous remarquerez, Monsieur le Gouverneur, que cette tolérance n'est subordonnée à aucune obligation.

L'art. 2 détermine les conditions que devront remplir les balances autorisées; il dispose pour l'avenir, et intéresse particulièrement les fabricants de ces instruments.

Les instruments qui seront construits postérieurement à la publication de la loi, ne pourront donc être admis par les vérificateurs, s'ils ne satisfont aux prescriptions de cet article, et, en outre, s'ils ne portent le nom ou la marque du fabricant ou du vendeur.

Pour ce qui regarde les balances à bras égaux et les bascules dont il a été fait emploi avant la publication de la loi, ces instruments devront être vérifiés aussi, et, d'après l'art. 4, les vérificateurs se rendront à cet effet dans toutes les communes de leur ressort, ainsi qu'au domicile des fabricants et marchands de balances, indépendamment des lieux désignés à l'art. 29 de l'arrêté royal du 6 octobre.

Je ne me dissimule pas que cette obligation imposera aux vérificateurs des dépenses extraordinaires; mais vous leur ferez connaître, Monsieur le Gouverneur, qu'il leur en sera tenu compte.

La députation provinciale devra régler, conformément à l'article 23 dudit arrêté, l'ordre dans lequel les communes devront être visitées, et vous lui recommanderez de prendre ses dispositions de telle manière que le vérificateur puisse arriver, dans chaque localité, exactement au jour qui aura été fixé.

Aux termes du § 3 de l'art. 4, les opérations devront être achevées dans les huit premiers mois de l'année. Elles commenceront le 1er janvier prochain. Les vérificateurs procéderont d'abord, autant que possible, chez les fabricants et les marchands de balances, afin que les intéressés, dont les instruments devraient être remplacés, puissent immédiatement s'en procurer d'autres ayant déjà subi l'épreuve de la vérification. Pendant leur tournée, ils prendront note des assujettis de cette dernière catégorie, pour chaque commune, et avant leur départ, ils en remettront la liste au bourgmestre, qui aura à surveiller le remplacement ou la réparation des instruments dans un délai convenable.

Je dois déterminer ici quelles sont les conditions *essentielles* d'admissibilité dont parle le dernier § de l'art. 4.

Une balance peut, à la rigueur, être réputée bonne, 1° lorsqu'elle

est solidement construite ; 2° qu'elle présente l'équilibre à l'état de repos ; 3° qu'elle est oscillante, et que rien ne gêne ses mouvements ; 4° qu'elle possède le degré de sensibilité convenable à l'usage auquel elle est destinée ; pour les bascules, il y a, de plus, à observer les conditions particulières stipulées dans l'arrêté. En conséquence, toute balance construite avant la publication de la loi, qui réunira ces diverses conditions, pourra être admise au poinçonnage.

En règle générale, les vérificateurs devront user, pour les balances déjà existantes, de toute la tolérance compatible avec l'exécution de la loi.

Ils feront comprendre, d'ailleurs, aux assujettis que celle-ci a été rendue dans des vues d'intérêt commun et réciproque, et que si le marchand de combustible, par exemple, doit tenir à l'exactitude de la balance qui sert au boucher pour le pesage de la viande, le boucher, à son tour, est en droit d'exiger la même justesse pour la balance dont le marchand de combustible fait usage.

Les instruments de pesage dits *pèse-lettres*, employés dans les bureaux de postes, sont provisoirement maintenus. Les vérificateurs devront les poinçonner, quel que soit l'état où ils les trouveront ; mais il les examineront soigneusement, et ils me signaleront, dans un rapport spécial, ceux dont la construction leur semblerait vicieuse, en précisant les défauts qu'ils auront observés.

Il sera nécessaire que les commis des accises et les autres officiers de police chargés de la recherche des contraventions, attendent des instructions ultérieures avant de procéder à la visite des balances ; vous aurez soin de leur adresser cette recommandation, et lorsque la vérification sera terminée dans votre province, vous voudrez bien, Monsieur le Gouverneur, m'en donner immédiatement avis.

Je vous envoie ci-jointe une instruction spéciale, pour les vérificateurs, ou la manière de vérifier les instruments de pesage.

Le Ministre de l'intérieur,

P. DE DECKER.

V.

INSTRUCTION POUR LES VÉRIFICATEURS DES POIDS ET MESURES, SUR LA MANIÈRE DE VÉRIFIER LES INSTRUMENTS DE PESAGE.

Balances à bras égaux.

Le vérificateur examinera avant tout la construction de la balance, en suivant attentivement le détail des conditions exigées sous ce rapport par l'arrêté royal du 9 octobre 1855.

Quand il se sera assuré qu'elle satisfait à ces conditions, il vérifiera :

1° Si elle est oscillante;

2° Si elle possède la sensibilité requise;

3° Si les bras du fléau sont égaux.

Il reconnaîtra que la balance est oscillante, lorsque, après l'avoir chargée des plus gros poids qu'elle est destinée à porter, l'addition d'un petits poids dans l'un des bassins la fera incliner de ce côté, et lui imprimera plusieurs mouvements d'oscillation avant qu'elle se mette au repos.

Si l'addition de ce petit poids ne faisait pas incliner le fléau, la balance serait de l'espèce de celles qu'on appelle *sourdes*.

Elle appartiendrait à l'espèce de celles qu'on appelle *folles,* si elle présentait le défaut contraire, c'est-à-dire, si, après avoir ajouté le petit poids, le vérificateur la voyait tomber tout à fait sans qu'elle se relevât.

Après que la balance aura été éprouvée de cette manière, il s'agira de déterminer jusqu'à quel point elle est sensible.

A cet effet, le vérificateur la chargera comme il a été dit plus haut, et lorsque l'équilibre sera établi, il ajoutera à l'un des bassins la *deux-millième* partie du poids qui y est placé.

Si, alors, la balance s'incline sensiblement, et, après quelques oscillations, indique cette augmentation de poids de l'un des bassins, elle aura la sensibilité requise. A ce sujet, le vérificateur aura à observer l'usage auquel l'instrument est destiné, afin de fixer convenablement et respectivement le plus ou le moins de sensibilité dans de justes proportions.

L'égalité des bras du fléau est une autre condition nécessaire

dans la balance dont il s'agit. Le vérificateur la constatera par le procédé suivant.

Soit une balance dont nous désignerons les bassins, celui de gauche par la lettre A et celui de droite par la lettre B ; et deux poids, par exemple deux kilogrammes, que nous désignerons par les lettres C et D.

Le vérificateur placera d'abord le poids C dans le bassin A, et le poids D dans le bassin B.

Supposons que ces poids ne paraissent pas égaux ; que le poids C semble plus pesant, et que, pour rétablir l'équilibre, il faille placer dans le bassin B un décigramme de plus.

Changeons maintenant les poids de bassin : mettons le poids C, du bassin A, dans le bassin B, et transportons dans le bassin A le poids D, avec le décigramme qui y a été ajouté.

Si l'équilibre subsiste, les bras de la balance sont égaux, et l'erreur d'un décigramme en plus ou en moins appartient à l'un des deux poids.

Mais, si c'est encore le bassin A qui s'incline, et que l'équilibre ne puisse être rétabli qu'en replaçant dans le bassin B le poids d'un décigramme qui aurait d'abord été ajouté au poids C, ce sera une preuve que les poids sont égaux, et que l'erreur appartient aux bras du fléau, dont l'un, celui auquel est suspendu le bassin A, est plus grand que l'autre dans le rapport de 10,001 à 10,000.

Balance-bascule.

Cette balance doit être solidement et régulièrement construite. La portée, qui ne peut pas être inférieure à 50 kilogrammes, doit être indiquée sur une plaque en métal, incrustée dans le montant.

Lorsque le vérificateur aura examiné si ces conditions sont remplies, il s'assurera si les oscillations de la bascule sont suffisamment sensibles.

Il constatera ensuite la justesse de cet instrument en le chargeant, après l'avoir préalablement taré, s'il est nécessaire, de deux poids métriques vérifiés à la justesse des étalons ; l'un de ces poids, placé sur le tablier, sera décuple de l'autre, mis sur le petit plateau.

Si l'équilibre subsiste, la balance sera exactement dans le rap-

port d'un à dix, condition de rigueur pour l'exactitude des pesées.

Le vérificateur observera que ce rapport doit être invariable, quelle que soit la place que le poids occupe sur le tablier. Il en fera donc l'expérience, et si l'équilibre ne subsistait pas constamment, ce serait la preuve que la bascule présente un défaut de construction.

Le vérificateur devra encore apprécier la sensibilité de l'instrument qui doit être au moins d'un millième du poids d'une portée.

Observations générales.

Les vérificateurs emploieront toutes les précautions convenables pour ne pas endommager les instruments en y appliquant la marque du poinçon. Ils devront apporter la plus scrupuleuse exactitude à vérifier les poids à l'usage des bascules, attendu que, d'après le système de construction de ces instruments, ces poids représentent une valeur décuple.

Approuvé.

Le Ministre de l'intérieur,

P. DE DECKER.

VI.

ABROGATION DE L'ART. 4 DE L'ARRÊTÉ DU 8 OCTOBRE 1855.

LÉOPOLD, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

Revu l'art. 4 de Notre arrêté du 8 octobre 1855, ainsi conçu :

« Les vérificateurs sont dispensés d'apposer les marques du poinçon sur les poids au-dessous du gramme. »

Considérant que l'absence de tout signe matériel de vérification sur ces instruments, laisse le public sans garantie suffisante à l'égard de leur justesse, et ouvre la voie à des substitutions ou à des erreurs qui, dans certains cas, peuvent avoir des suites fâcheuses;

Considérant, d'autre part, que les poids en cuivre, à partir du *double gramme* jusqu'au *milligramme*, ne sont pas susceptibles de recevoir la marque de différents poinçons;

Vu les articles 6 et 8 de la loi du 1er octobre 1855 ;

Sur le rapport de Notre Ministre de l'intérieur,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Les poids, depuis et y compris le *double gramme* jusqu'au *milligramme* inclusivement, seront marqués d'un poinçon portant le numéro d'ordre du vérificateur.

L'apposition de cette marque n'aura lieu qu'une seule fois, et ce lors de la vérification première.

Art. 2. Les poids de l'espèce, actuellement en usage, seront marqués dudit poinçon lors de la vérification périodique, qui s'effectuera en 1857.

Art. 3. Les fabricants et les marchands sont dispensés d'apposer leur nom ou leur marque sur les poids inférieurs au gramme.

Art. 4. Les vérificateurs sont autorisés à admettre à la vérification les poids en cuivre, à partir du demi-kilogramme, qui porteraient l'expression de leur valeur énoncée de l'une ou de l'autre des deux manières indiquées dans le tableau ci-annexé.

Art. 5. Les poids en cuivre ou en fer, poinçonnés en 1855, et qui porteraient, outre le chiffre correspondant à leur valeur, la simple abréviation *kilo*, au lieu de *kilogramme* ou *kilog.*, ainsi qu'il est indiqué au tableau annexé à Notre arrêté du 8 octobre 1855, pourront être reçus à la vérification périodique de 1857.

Art. 6. L'art. 4 de Notre arrêté précité, du 8 octobre, est abrogé.

Art. 7. Notre Ministre de l'intérieur est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Laeken, le 27 mai 1856.

LÉOPOLD.

Par le Roi :

Le Ministre de l'intérieur,

P. DE DECKER.

—

Tableau des dénominations que doivent porter les poids en cuivre, depuis le demi-kilogramme.

500	grammes	*ou bien*	1/2 kil.
200	—	—	2 hectog.
100	—	—	1 —
50	—	—	1/2 —
20	—	—	2 décag.
10	—	—	1 —
5	—	—	1/2 —
5 décigr.		—	1/2 gram.

Nota. Les autres pièces en cuivre devront porter les expressions abrégées contenues dans le tableau annexé à l'arrêté royal du 8 octobre 1855.

Approuvé pour être annexé à Notre arrêté du 27 mai 1856.

LÉOPOLD.

Par le Roi :

Le Ministre de l'intérieur,

P. DE DECKER.

JURISPRUDENCE.

I.

ARRÊT DE LA COUR DE CASSATION DE BELGIQUE, EN DATE DU 30 NOVEMBRE 1855, DÉCIDANT QUE LA LOI SUR L'EXPROPRIATION POUR UTILITÉ PUBLIQUE, EN APPELANT UN INGÉNIEUR A FAIRE PARTIE DE LA COMMISSION D'ENQUÊTE, N'A PAS ENTENDU PARLER UNIQUEMENT D'UN FONCTIONNAIRE DU CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES; QU'UN ARCHITECTE PEUT REMPLACER CET INGÉNIEUR.

La ville de Neufchâteau, projetant la construction d'une école et le redressement de quelques rues, jeta les yeux, à l'effet de réaliser ce projet, sur une propriété, appartenant à la famille Collard, qu'elle résolut d'exproprier.

Un arrêté royal, du 10 octobre 1853, déclara le projet d'utilité publique. Une commission d'enquête fut instituée aux termes de l'art. 7 de la loi du 8 mars 1810 et de l'arrêté royal du 25 décembre 1816.

Assignés devant le tribunal de Neufchâteau, les Collard ont soutenu, entre autres moyens inutiles à rappeler ici, que la commission dont il vient d'être parlé, avait été irrégulièrement composée, et que cette irrégularité entachait de nullité toute la poursuite, aux termes de l'art. 5 de la loi du 17 avril 1835.

L'art. 7 de la loi du 8 mars 1810 et l'arrêté royal du 25 décembre 1816 exigent que parmi les membres de la commission figure un ingénieur.

En fait, dans la commission dont il s'agit au procès actuel, l'ingénieur avait été remplacé par un architecte.

Le tribunal de Neufchâteau et après lui la cour de Liége, par arrêt du 28 novembre 1854 (V. *Belg. judic.*, XIII, p. 398), ont déclaré cette substitution valable et régulière, le législateur de 1810 et de 1816, en parlant d'ingénieur, n'ayant eu en vue que d'appeler dans la commission un homme de l'art. De là, pourvoi.

L'article 7 de la loi du 8 mars 1810 et l'arrêté royal du 25 décembre 1816, disaient les demandeurs, entendent par ingénieur un officier du corps des ponts et chaussées, un agent de l'État, un fonctionnaire public, institué tel par la loi.

Il suffit d'ouvrir les pages de Locré, recueillant la discussion du Conseil d'État sur la loi du 8 mars 1810, pour acquérir la conviction que la volonté du législateur a bien été celle que nous lui attribuons. Le projet primitif, lu par Berlier, en séance du 13 novembre 1809, ne contenait aucune disposition analogue à l'art. 7 de la loi votée au définitif (V. *Locré*, IV, p. 495).

L'Empereur constata, après cette lecture, qu'un simple officier des ponts et chaussées était seul juge de la nécessité d'exproprier. Il demanda plus de garanties pour la propriété privée et proposa de faire décider la question par une sorte de jury, où l'officier des ponts et chaussées ne figurerait que comme membre.

Une seconde rédaction, destinée à formuler la volonté du chef de l'État, est présentée en séance du 28 novembre 1809 (*Locré*, IV, p. 501).

On y lit un article, aujourd'hui l'art. 7 de la loi, instituant une commission composée du sous-préfet, du maire et de l'ingénieur en chef du département, qui est bien, lui, un officier des ponts et chaussées, et non un homme de l'art quelconque, étranger à cette administration publique.

Dans la discussion, on substitua l'ingénieur de l'arrondissement à l'ingénieur du département, c'est-à-dire un officier des ponts et chaussées à un autre (*Locré*, t. IV, p. 504).

La troisième rédaction, tendant à formuler ce dernier amendement, emploie le mot, ingénieur seul, tel que nous le retrouvons dans le texte voté (V. page 506, art. 6).

M. De Fermon demanda d'ajouter aux trois personnes composant la commission, quelques notables.

« Le conseil adopte en principe que l'application sera réglée par le sous-préfet, l'ingénieur et les membres du conseil d'arrondissement. » (p. 509).

L'adoption précitée amène une quatrième et dernière rédaction, présentée le 9 janvier 1810, et que le conseil vote sans modification nouvelle.

Il est donc évident que la loi veut, à titre d'ingénieur, un officier des ponts et chaussées, corps organisé, en France, à l'époque de la loi de 1810, par les décrets des 31 décembre 1790 et 7 fructidor an XII (25 août 1804).

Conclusions au rejet.

La cour a rendu l'arrêt suivant :

« Sur l'unique moyen de cassation, déduit de la violation de l'art. 11 de la constitution, 2 et 7 de la loi du 8 mars 1810, 1 et 2 de l'arrêté royal du 25 décembre 1816, en ce que les articles cités de la loi du 8 mars 1810 et de l'arrêté du 25 décembre 1816 exigent que, parmi les membres des commissions d'enquête, figure un ingénieur, qui est un officier du corps des ponts et chaussées, un agent de l'État, un fonctionnaire public; tandis que, dans la commission d'enquête dont il s'agit au procès actuel, l'ingénieur a été remplacé par un architecte, ce qui vicie la composition de cette commission et rend nulle toute la procédure qui l'a suivie :

« Attendu que la dénomination d'ingénieur, sans autre qualification, est applicable à tous ceux qui s'occupent de la construction, de l'établissement ou de l'entretien de travaux publics ou privés, quelle que soit leur nature, et qui, par la spécialité de leurs connaissances et le genre de leur profession, sont aptes à participer aux travaux de la commssion à laquelle ils sont appelés à intervenir ;

« Attendu que c'est dans le sens général que le terme ingénieur a été employé dans la loi du 8 mars 1810 ; qu'en effet, il résulte des travaux préparatoires de cette loi que les premières rédactions de cette loi introduisaient dans la composition des commissions d'enquête, l'ingénieur en chef du département ; qu'on y substitua ensuite l'ingénieur de l'arrondissement, qui appartenait au corps des ponts et chaussées ; et que, plus tard, dans la rédaction définitive on introduisit un ingénieur quelconque ;

« Attendu qu'en susbstituant ainsi une rédaction plus large à la première rédaction, on ne peut avoir eu pour but que de faire entrer dans la composition des commissions d'enquête des hommes de l'art, réunissant l'aptitude nécessaire, alors même qu'ils ne feraient point partie du corps des ponts et chaussées ;

« En ce qui touche les art. 1 et 2 de l'arrêté du 25 décembre 1816, également cités comme violés ;

« Attendu que le préambule de cet arrêté porte expressément que « les lois encore en vigueur et spécialement celle du 8 mars » 1810, concernant les expropriations pour cause d'utilité publi- » que, et la fixation des indemnités, » contiennent des dispositions convenables qu'il est important de suivre et d'observer, et que, d'ailleurs, rien n'établit que l'auteur de l'arrêté aurait voulu donner au mot ingénieur un autre sens que dans la loi du 8 mars 1810.

« Que de tout ce qui précède il résulte donc que, en décidant qu'un architecte provincial avait, par son état et par sa profession, qualité pour siéger dans une commission d'enquête, et en considérant comme régulièrement composée la commission d'enquête dont il s'agit dans le procès actuel, l'arrêt attaqué n'a violé aucun des articles cités à l'appui du pourvoi ;

« Par ces motifs, la cour rejette le pourvoi, etc. »

II.

ARRÊT DE LA COUR D'APPEL DE GAND, EN DATE DU 25 JANVIER 1856, DÉCIDANT QUE LE RETARD MIS PAR L'ÉTAT A FOURNIR UN CHEMIN D'EXPLOITATION, EN REMPLACEMENT DE CELUI DONT L'EXPROPRIATION EST DÉCRÉTÉE, LE REND PASSIBLE DE DOMMAGES-INTÉRÊTS, LORS MÊME QUE LE JUGEMENT N'A POINT DÉTERMINÉ LE DÉLAI ENDÉANS LEQUEL IL AVAIT A SATISFAIRE A CETTE OBLIGATION.

Du chef d'une emprise nécessaire aux travaux du chemin de fer de l'État, l'administration fut condamnée, par le tribunal de Ter-

monde, au paiement d'une somme fixée par le premier juge; en outre, à fournir aux intimés, un chemin nécessaire à l'exploitation de leur ferme.

Appel de la part de l'État par le motif que le premier juge aurait accordé aux intimés une indemnité trop élevée pour l'emprise.

Appel incident des intimés afin d'obtenir des dommages-intérêts à charge de l'État, pour le retard de celui-ci à fournir le chemin nécessaire à l'exploitation de leur ferme.

La cour a rendu l'arrêt suivant :

Sur l'appel principal :

« Adoptant les motifs du premier juge;

» Sur l'appel incident :

» Attendu que l'État appelant s'est mis en possession, depuis le jugement rendu le 6 juin 1855, du chemin d'exploitation de la ferme des intimés, sans leur en avoir fourni préalablement un autre ni même une issue provisoire; que, par là, il a causé aux intimés, des dommages longtemps prolongés qu'il est tenu de réparer;

» Que le jugement qui condamnait l'appelant à fournir un nouveau chemin n'avait pas besoin de fixer, en même temps, un délai à cet égard, parce qu'en matière d'expropriation pour cause d'utilité publique, la loi et l'équité veulent que l'indemnité soit toujours préalable; qu'en cette matière, la mise en demeure vient de la loi; qu'elle est de droit, et que ce n'est jamais l'exproprié qui doit souffrir du retard, volontaire, casuel ou forcé, qui est mis à l'accomplissement de cette formalité;

» Par ces motifs, et de l'avis conforme de M. le premier avocat général Donny, la cour, quant à l'appel principal, confirme le jugement *a quo;* et quant à l'appel incident, le déclare recevable; condamne l'appelant au principal à payer aux intimés, à titre de dommages-intérêts pour avoir été indûment privés, depuis l'emprise, de tout chemin d'exploitation pour leur ferme, la somme de 150 francs; condamne l'appelant au principal à l'amende et aux dépens; ordonne la restitution de l'amende consignée sur appel incident. »

—

III.

ARRÊT DE LA COUR D'APPEL DE BRUXELLES, EN DATE DU 5 MARS 1856, DÉCIDANT QUE LORSQUE LE CAHIER DES CHARGES D'UNE ENTREPRISE PORTE QUE « *les métrés et le détail estimatif y annexés ne sont communiqués que comme de simples renseignements, dont l'administration ne garantit pas l'exactitude,* » L'ENTREPRENEUR NE PEUT SOUTENIR QUE LES INEXACTITUDES ET LES OMISSIONS QU'IL Y RENCONTRE DANS LE COURS DE SON ENTREPRISE, ENGAGENT LA RESPONSABILITÉ DE L'ÉTAT, QUI SERAIT TENU DE RÉPARER LES PERTES SUBIES, ET QUE L'ÉTABLISSEMENT, PAR UNE LOI POSTÉRIEURE A L'ENTREPRISE, DE DROITS DE DOUANE SUR L'ESPÈCE DE MATÉRIAUX QUE DOIT LIVRER UN ENTREPRENEUR A L'ÉTAT, NE DONNE PAS LIEU A INDEMNITÉ, EN FAVEUR DE L'ENTREPRENEUR QUI A TRAITÉ A FORFAIT.

Le demandeur, par exploit du 3 décembre 1849, fit assigner l'État belge devant le tribunal civil de Bruxelles aux fins :

« Attendu que, lorsque le réquérant s'est porté adjudicataire, au mois de juillet 1844, des travaux à exécuter à l'entrepôt d'Anvers, il ne s'est déterminé à accepter l'entreprise, et son consentement n'a été donné que sur la foi des assurances qu'il avait reçues en ce moment des fonctionnaires supérieurs de l'État et de la commission spéciale, de l'exactitude parfaite des calculs et des métrés de l'administration, servant de base à ses droits ; ce qui est constant en fait, ce que le requérant offre dès à présent de prouver directement ;

Attendu que, après la convention ainsi conclue, dans cette conviction et exclusivement en vertu de cette garantie, il a été reconnu bientôt, dans l'exécution, que ces métrés et les bases, signalés comme bien exacts, présentaient, au contraire, les erreurs les plus graves, les omissions et les inexactitudes matérielles les plus importantes ; qu'il en résulterait un surcroît considérable de travaux à livrer, sortant de toutes les prévisions des parties, et que ce résultat devenait d'autant plus onéreux que le prix des matériaux s'est élevé sensiblement après l'adjudication ;

Que cette erreur doit être réparée comme le préjudice qui en résulte ; que la somme due à ce titre est de 123,453 francs, comme

le gouvernement le sait depuis longtemps, par les réclamations qui lui ont été adressées;

Attendu, d'autre part, que la construction de l'entrepôt nécessitait l'emploi d'une quantité considérable de bois de sapin du Nord;

Qu'après l'adjudication, le gouvernement a trouvé bon de frapper ces bois à l'entrée de droits fort élevés, grevant ainsi à son profit, d'une lourde charge pour l'adjudicataire, les matériaux que celui-ci devait livrer et que toutes les prévisions avaient évaluées d'après d'autres éléments;

Que le gouvernement n'a pas pu, par son fait, changer la position de l'entrepreneur, aggraver les conditions du contrat, faire naître, au grand préjudice de ce dernier, des charges qu'il n'a pas connues, dont l'existence eût exclu son consentement ou provoqué de sa part d'autres exigences;

Attendu que la somme injustement déboursée à ce titre, et dont la restitution ne saurait être contestée, s'élève à 26,200 fr.; par suite, pour entendre déclarer légitimes et bien fondées les réclamations qui précèdent; »

De le faire condamner à payer au demandeur : 1° fr. 123,453 51 c.; 2° 26,200 fr., à titre d'indemnité et de restitution pour la double cause signalée ci-dessus, avec les intérêts légaux depuis la demeure, et les dépens du procès.

L'État belge répondit à cet exploit par les conclusions suivantes :

« Attendu que l'art. 4 du cahier des charges décrété pour l'entreprise dont il s'agit au procès, le 2 avril 1844, et accepté par le demandeur comme base de sa soumission, dispose textuellement que l'entreprise constitue un forfait absolu, et ajoute que « moyennant le prix d'adjudication, l'entrepreneur est obligé d'exécuter à ses frais, risques et périls, endéans le délai fixé, toutes les constructions indiquées à l'art. 2, conformément aux plans, conditions et prescriptions des devis et cahier des charges, et qu'il ne pourra réclamer aucune majoration du prix d'adjudication, à quelque titre que ce soit » ;

Attendu que le demandeur ne méconnaît pas que le prix d'adjudication lui ait été payé au vœu du contrat, et qu'il en résulte que sa demande doit être écartée comme non fondée, puisqu'elle tend à obtenir davantage;

Attendu que c'est en vain que, pour motiver sa réclamation, le demandeur prétend qu'il ne s'est déterminé à accepter l'entreprise, pour le prix de sa sonmission, que sur la foi des assurances qu'il avait reçues des fonctionnaires supérieurs de l'État et de la commission spéciale, de l'exactitude parfaite des calculs et des métrés de l'administration, servant de base à ses devis, tandis que, dans l'exécution, il aurait reconnu que ces métrés présentaient les erreurs et les omissions les plus graves;

Attendu, en effet, que cette assertion, dont le défendeur n'entend aucunement admettre le bien fondé, doit être écartée comme complétement irrelevante à la cause, en présence de l'art. 8 du cahier des charges, qui porte textuellement :

« Les métrés et détails estimatifs des travaux annexés au présent cahier des charges n'en font pas partie; ils ne peuvent être considérés ni comme mise à prix, ni comme base du contrat; ils ne sont communiqués que comme simples renseignements; et, aux fins que l'entrepreneur ne puisse, dans aucun cas, argumenter de cette communication, l'administration déclare formellement qu'elle n'entend pas en garantir l'exactitude » ;

Attendu que c'est également en vain que le demandeur argumente de ce que les bois de sapin du Nord, dont il avait besoin dans son entreprise, ont été frappés, depuis sa soumission, de droits d'entrée fort élevés, pour réclamer à ce titre une indemnité de 26,200 fr.;

Attendu, en effet, que l'art. 4 du cahier des charges, dont le texte a été rappelé ci-dessus, dispose en termes généraux que « l'entrepreneur ne pourra réclamer aucune majoration de prix, à quelque titre que ce soit » ;

Que l'établissement de ces droits nouveaux est le fait du législateur, et non celui du gouvernement, partie contractante; que l'établissement de ces droits nouveaux ne profite en aucune façon au budget sur lequel les travaux dont s'agit s'exécutent, ou même au trésor public, et qu'il doit être, par suite, rangé dans ces chances aléatoires qui font hausser ou baisser le prix des matériaux, et qui, comme telles, demeurent toujours et exclusivement aux risques de l'entrepreneur;

Par ces motifs, l'État belge, sans reconnaître aucune des assertions produites par le demandeur, contre l'exactitude desquelles

il proteste, se bornant à les repousser comme irrelevantes au procès, conclut à ce qu'il plaise au tribunal déclarer le demandeur non recevable ni fondé dans ses conclusions; le condamner aux dépens.»

La cause fut plaidée à l'audience du 29 mars 1851, à laquelle le demandeur conclut comme suit :

« Le sieur X..., pose et articule à l'appui de sa demande, et avec offre de preuve par tous moyens de droits, les faits suivants :

1° Immédiatement après l'adjudication de l'entreprise relative aux travaux d'agrandissement de l'entrepôt d'Anvers, le demandeur s'est trouvé au sein de la commission supérieure, chargé de la direction de l'entrepôt; il y avait été appelé pour s'entendre sur la soumission à faire;

Là, à la vue des doutes qu'il avait manifestés et pour les faire cesser, plusieurs membres de la commission, et avec eux notamment M. l'ingénieur V..., auteur des plans et devis, lui donnèrent l'assurance la plus positive que les métrés et devis avaient été faits avec la plus grande exactitude et que les calculs ou chiffres du métré avaient été partout grossis plutôt que réduits;

2° Ce sont les assurances données ainsi par des hommes honorables, et assurément de bonne foi, qui ont déterminé le demandeur à s'enager sans autre examen, qui ont provoqué et déterminé son consentement, sa soumission et la réduction qu'il a immédiatement opérée de 51,000 fr. L'adjudication à son profit a été la suite de ces antécédents;

3° L'exécution matérielle est venue démentir à chaque pas les assurances qui avaient été, pour l'entrepreneur, la cause déterminante du contrat et de ses engagements. Elle a fait reconnaître successivement, dans presque toutes les parties des travaux, que les métrés et devis n'étaient qu'un tissu d'erreurs grossières et des plus graves omissions; ils étaient l'œuvre d'un ingénieur mourant, dont la maladie avait affaibli les facultés;

4° La quantité de travaux à exécuter, de maçonnerie à fournir a été beaucoup plus considérable que celle indiquée par les métrés, dont on avait garanti à l'entrepreneur la complète exactitude pour lever ses doutes, pour faire cesser ses craintes, pour le déterminer à contracter;

5° Les erreurs matérielles, dont l'entrepreneur ne peut être victime, étaient d'autant plus graves et plus désastreuses qu'une

hausse extraordinaire dans les prix des matériaux ayant suivi de près l'adjudication du demandeur, la perte qu'entraînait l'augmentation des travaux était fort considérable. Elle s'élève à fr. 123,453 51 c., pour travaux exécutés en dehors des métrés et des prévisions, suivant les détails que présente la réclamation adressée à la commission de l'entrepôt, du 30 novembre 1846;

Et attendu que la pertinence de ces faits est incontestable; que l'administration publique qui contracte est soumise aux mêmes règles que le particulier pour l'efficacité et les conséquences des contrats qu'elle admet et fait souscrire; que l'erreur vicie invariablement le consentement qu'elle a produit et déterminé, et l'obligation qui en est la suite; que l'État ne peut, pour s'enrichir injustement aux dépens de l'entrepreneur, profiter de l'erreur matérielle que ses agents ont commise; abuser de celle, qu'en traitant pour lui, on a fait naître dans l'esprit du demandeur par des assertions qu'il devait croire et accepter, et qui ont été l'unique cause de son consentement;

Attendu, quant à la majoration des droits imposés sur les bois après l'adjudication, que le gouvernement n'a pu évidemment changer après coup les conditions de l'entreprise, en aggraver les charges, prélever à son profit, sur certains matériaux, des droits nouveaux dont il grevait l'exécution, détruisant ainsi toutes les prévisions du contrat, toutes les combinaisons de l'entrepreneur; que, si ce dernier doit subir les cas fortuits et leurs conséquences, il ne s'est jamais soumis aux changements que le gouvernement, partie contractante, pourrait introduire ou provoquer par son fait ou sa volonté; à ce qu'il plaise au tribunal, faisant droit sur le premier chef de demande, déclarer pertinents les faits posés ci-dessus, en admettre la preuve par tous les moyens de droit; statuant sur le second chef, pleinement justifié, dès à présent, condamner l'État défendeur au paiement de la somme de 26,200 francs. »

L'État belge, déniant en tant que de besoin, les faits ainsi posés, conclut à ce qu'il plût au tribunal les écarter comme irrelevants, par suite lui adjuger les conclusions prises précédemment.

La première chambre du tribunal a rendu le jugement suivant, le 10 mai 1851 :

« Attendu que, par sa soumission, le demandeur s'est engagé

à exécuter, aux clauses et conditions des devis et cahier des charges, approuvés le 2 avril 1844, par le ministre des travaux publics, les ouvrages d'agrandissement et d'entier achèvement de l'entrepôt général de commerce d'Anvers, tels qu'ils sont décrits aux plan, détail, modèles et cahier des charges dont il a déclaré avoir pris bonne note et suffisante connaissance;

» Attendu que ce cahier des charges contient, à l'art. 8, la stipulation suivante : « Les métrés et détail estimatif des travaux » annexés au présent cahier des charges n'en font pas partie; ils » ne peuvent être considérés ni comme mise à prix, ni comme » base du contrat; ils ne sont communiqués que comme simples » renseignements et aux fins que l'entrepreneur ne puisse, dans » aucun cas, argumenter de cette communication; l'administra- » tion déclare formellement qu'elle n'entend pas en garantir l'exac- » titude » ;

» Attendu que, en présence d'une clause aussi formelle, il est impossible d'admettre que les inexactitudes que le demandeur prétend avoir trouvées dans ces métrés et détail estimatif, et dont il se plaint aujourd'hui, puissent engager la responsabilité de l'administration;

» Attendu que si, au mépris des termes de la clause reproduite ci-dessus, il a été donné au demandeur, sur l'exactitude des métrés et détail estimatif, des assurances auxquelles il a cru pouvoir se rapporter, ces assurances, n'émanant point du ministère avec lequel traitait le demandeur, n'ont pu modifier le contrat, ni créer un droit dans le chef du demandeur, au moins vis-à-vis de l'administration;

» Attendu qu'il n'appartenait à personne de modifier le cahier des charges décrété par le ministre et de faire au demandeur, par des assurances qui auraient constitué, à son profit, une garantie particulière et exceptionnelle, une position différente de celle des autres soumissionnaires;

» Attendu que le demandeur ne peut s'en prendre qu'à lui-même de ne pas avoir vérifié les calculs de son entreprise et d'avoir trop légèrement accueilli les assurances qu'il prétend lui avoir été données à cet égard;

» Attendu que c'est en vain qu'il prétend, pour se soustraire à l'application des termes du contrat, que, son consentement ayant

été déterminé surtout par les assurances qui lui auraient été données de l'exactitude des métrés et détail estimatif des travaux, les erreurs constatées plus tard ont vicié ce consentement; que, par suite, la convention n'existe plus et ne peut être invoquée contre lui;

» Attendu que l'erreur n'est une cause de nullité de la convention que lorsqu'elle porte sur la substance même de la chose qui en est l'objet;

» Attendu qu'il est indispensable de recourir au contrat pour connaître quel en est l'objet, et ce que les parties y ont considéré comme substantiel et accidentel;

» Attendu que, dans l'espèce, l'objet de la convention est l'entreprise de l'ensemble des constructions nécessaires pour compléter l'entrepôt d'Anvers, conformément aux plans et modèles mentionnés au cahier des charges;

» Attendu que les métrés et détail estimatif, sur lesquels le demandeur prétend avoir été induit en erreur, constituent si peu la substance de la chose qui est l'objet du contrat, qu'il est formellement stipulé, ainsi qu'il a été dit plus haut, que ces calculs doivent rester en dehors du cahier des charges et ne peuvent servir de base à la convention;

» Attendu, dès lors, qu'on ne peut admettre que des erreurs constatées dans des calculs en dehors du contrat aient pu vicier le consentement du demandeur et infirmer la convention;

» Attendu que les faits posés par le demandeur pour établir la réalité des erreurs dont il se plaint, ainsi que les assurances qui lui auraient été données en dehors du contrat par l'ingénieur chargé de rédiger le cahier des charges, ou par des membres de la commission de direction et de surveillance de l'entrepôt d'Anvers, sur l'exactitude des calculs annexés au cahier des charges, ne sont, par suite des considérations qui précèdent, ni admissibles ni concluants;

» Sur le deuxième chef des conclusions du demandeur :

» Attendu que l'art. 4 du cahier des charges stipule que l'entreprise dont il s'agit est un forfait absolu, et que l'entrepreneur ne pourra réclamer aucune majoration du prix d'adjudication à quelque titre que ce soit;

» Attendu que si, postérieurement à sa soumission, il a été

établi sur les bois qu'il avait à fournir des droits plus élevés par suite desquels il a pu éprouver un préjudice, c'est là une éventualité malheureuse dont les termes du contrat ne permettent pas, au point de vue du droit strict, de faire retomber la responsabilité sur l'administration ;

» Attendu qu'il ne s'agit point d'ailleurs d'une mesure prise spécialement contre le demandeur par l'administration, mais d'une loi générale du 21 juillet 1844, obligeant l'administration comme le demandeur, et dont celui-ci aurait eu à subir également les effets s'il avait traité avec des particuliers ;

» Par ces motifs, le tribunal, M. Maus, substitut du procureur du roi, entendu en son avis conforme, sans s'arrêter aux faits posés par le demandeur comme n'étant ni admissibles ni concluants, le déclare non fondé dans ses conclusions ; le condamne aux dépens. »

Appel ayant été interjeté de ce jugement, la Cour a rendu l'arrêt suivant :

« Déterminée par les motifs du premier juge, la Cour, M. l'avocat général Corbisier entendu dans ses conclusions et de son avis, met l'appel au néant ; condamne l'appelant à l'amende et aux dépens. »

IV.

JUGEMENT DU TRIBUNAL CIVIL DE GAND, EN DATE DU 7 AVRIL 1856, DÉCIDANT QUE L'INCORPORATION D'UN CHEMIN VICINAL DANS UNE GRAND'ROUTE FAIT CESSER LE DROIT DE PLANTATION QU'AVAIENT LES PROPRIÉTAIRES RIVERAINS SUR LEDIT CHEMIN DEVENU DÉSORMAIS PARTIE INTÉGRANTE DU DOMAINE PUBLIC, ET QUE L'ÉTAT N'A DÛ PAYER AUCUNE INDEMNITÉ PRÉALABLE DU CHEF DE LA SUPPRESSION DE CE DROIT DE PLANTER, LORSQUE LES COMMUNES SUR LE TERRITOIRE DESQUELLES PASSAIT LE CHEMIN VICINAL, ONT ELLES-MÊMES DEMANDÉ, SANS RÉSERVE, L'INCORPORATION DUDIT CHEMIN DANS LA ROUTE A CRÉER.

En vertu d'un arrêté royal en date du 15 juillet 1839, la chaussée pavée d'Everghem à Watervliet, a été construite par voie de concession.

L'établissement de cette route de grande communication a nécessité l'incorporation d'un chemin vicinal.

Aux termes du cahier des charges de la concession, la nouvelle chaussée a été plantée par les concessionnaires qui ont depuis plus de douze ans la paisible possession des arbres.

Le 15 mars 1855, X..., propriétaire riverain, a fait élaguer les plantations qui se trouvent en face de sa propriété. Cet élagage a donné lieu au procès actuel.

Les concessionnaires ont assigné X..., et ont fait mettre l'État belge en cause; d'autres propriétaires riverains sont intervenus pour appuyer les prétentions du défendeur X..., qui a soutenu que, comme riverain, il avait le droit de planter sur le chemin vicinal; que ce droit de planter sur le chemin vicinal n'avait pu lui être enlevé sans sa participation et sans indemnité, et qu'il entendait faire siens les arbres en question, conformément à l'article 555 du code civil.

Le tribunal a statué comme suit :

« Attendu qu'il est établi au procès : 1° que les arbres dont s'agit au procès se trouvent plantés sur le sol même de la route qui relie Everghem à Watervliet; 2° que, depuis plus de douze ans, ces arbres ont été plantés par les demandeurs sans aucune opposition de la part du défendeur X...; 3° que les demandeurs ont été en possession paisible de ces arbres jusqu'au 15 mars 1855, époque à laquelle le défendeur X... s'est permis de les faire élaguer et ébrancher; 4° que le défendeur X..., assigné en conciliation devant le juge de paix d'Everghem, a déclaré, le 18 juin 1855, que ce n'était pas par son ordre, que ces arbres avaient été élagués et ébranchés;

» Attendu que le défendeur X... ne prétend pas, dans ses conclusions, être propriétaire du sol sur lequel les demandeurs ont planté les arbres, mais qu'il se borne à soutenir qu'en violation de ses droits de propriétaire riverain, la société concessionnaire a planté ces arbres en face de sa propriété, et, faisant usage des dispositions de l'art. 555 du code civil, il déclare vouloir faire siens les arbres plantés par la société;

» Attendu qu'il importe fort peu de savoir à qui appartient le sol des chemins vicinaux, si le propriétaire riverain a le droit d'y planter et quelle est la nature de ce droit; que là n'est pas la ques-

tion soumise à la décision du tribunal; qu'en effet, si, ainsi que le prétendent les demandeurs, le chemin dont s'agit n'est plus vicinal, s'il est devenu voie de grande communication, route de l'État, il est certain que l'on ne peut appliquer à cette dernière classe de chemins des lois et règlements qui ont été faits pour une autre classe, qu'on ne peut méconnaître que chaque classe de chemins a des lois et des règlements qui lui sont particuliers et qu'ainsi on ne peut les confondre ;

» Qu'il est hors de doute que, du moment que l'autorité compétente a déclassé une voie de communication, les lois qui la régissaient cessent de lui être applicables; qu'elle devient alors soumise à d'autres dispositions légales qui ont été portées spécialement pour la classe des chemins dans laquelle elle vient d'entrer;

» Attendu qu'il suit de ce qui précède que, en abondant dans le sens du défendeur qu'en général le sol des chemins vicinaux appartient aux riverains et qu'ils y ont un droit de plantation, les demandeurs peuvent répondre avec fondement qu'ils admettent son droit sur les chemins vicinaux, mais que, dans l'espèce, il ne s'agit pas de chemin vicinal, mais d'une route de l'État, et que, ayant planté sur cette route, c'est l'État, et l'État seul, qui a le droit de les interpeller à cet égard ;

» Attendu qu'il n'est pas possible de contester à l'État le droit de créer des routes de grande communication, autrement dites routes royales ou de l'État, et par conséquent d'élever au rang des routes de cette espèce, les simples voies de communication vicinale ; que ce droit résulte des lois des 16-24 août, 7-11 septembre, 7-14 octobre 1790, 16 fructidor an III, 28 pluviôse an VIII, 16 septembre 1807 et 11 décembre 1811 ;

» Que ce droit résulte aussi du pouvoir attribué au gouvernement de constater, dans les formes voulues par la loi, l'utilité publique des travaux qu'il entend faire et d'emprendre, en conséquence, les propriétés nécessaires pour les constructions reconnues d'utilité publique (V. loi du 8 mars 1810; constitution belge, art. 11 et la loi du 17 avril 1835);

» Attendu que, dans l'espèce, et en envisageant les droits de l'État au point de vue de la construction de la route comme objet d'utilité générale, il convient de remarquer qu'aucune indemnité

préalable du chef d'expropriation n'a dû être payée, puisque les communes, sur le terrain desquelles passait le chemin, ont elles-mêmes demandé le déclassement de la route, et ont ainsi abandonné les droits qu'elles pouvaient avoir sur ce chemin;

» Attendu que, le droit du gouvernement d'établir les routes de grande communication et de s'en attribuer la propriété étant une fois bien reconnu, il devient évident que l'arrêté royal du 15 juillet 1839, et les diverses dispositions du cahier des charges, du 9 août même année, ont eu pour effet de ranger la route concédée dont s'agit parmi les routes de l'État; que, dès ce moment, elle a cessé d'être vicinale, et les droits que l'on pouvait avoir sur cette route, et tant qu'elle était route vicinale, ont dû nécessairement cesser;

» Que cela est si vrai que le défendeur, pour répondre aux conclusions de l'État, a dénié « que la route d'Everghem à Watervliet » serait devenue une route de grande communication, et que ni » l'arrêté royal, ni aucune autre disposition n'en ont changé la » classification, et, quand même l'arrêté royal eût fait de la route » une voie de grande communication, elle ne cesserait pas pour » cela d'être un chemin vicinal »;

» Qu'il suffit, pour détruire ce que ce raisonnement renferme d'erroné, de lire l'art. 1er du règlement provincial de la Flandre orientale, que le gouvernement s'est approprié par un arrêté royal du 16 août 1844 approuvant le règlement sur les chemins vicinaux de la Flandre orientale : « la voirie vicinale comprend toutes les » voies de communication par terre d'un usage commun, les sen- » tiers, les servitudes de passage acquises au public, en un mot » tous les chemins publics autres que les grand'routes, les routes » provinciales et les routes concédées »;

» Qu'il s'ensuit que les routes concédées ne sont pas ou ne sont plus des routes vicinales et qu'ainsi toute l'argumentation du défendeur vient à tomber;

» Attendu qu'il importe peu que la route dont s'agit ait été établie en tout ou en partie sur le sol des chemins vicinaux qui existaient autrefois, car, pour cela seul que ce sol constitue aujourd'hui celui d'une grand'route, il devient partie intégrante du domaine public, sur lequel personne ne peut prétendre ni droit de propriété, ni droit de servitude;

» Attendu qu'il suit des considérations qui précèdent, que le défendeur doit être déclaré non fondé dans ses conclusions renversaires, qui tendent à soutenir qu'il a seul le droit de planter en face de sa propriété, sur un chemin qui n'est plus vicinal, et en second lieu de revendiquer des arbres qu'il n'a pas plantés ;

» Attendu que le défendeur, en faisant élaguer et ébrancher les arbres qui sont la propriété des demandeurs, leur a causé un dommage qui peut être estimé à 50 fr.;

» Par ces motifs, le tribunal, ouï les parties et les conclusions conformes de M. Grandjean, substitut du procureur du roi, faisant droit, condamne le défendeur X... à payer aux demandeurs la somme de 50 fr.; le déclare non fondé en ses conclusions renversaires; reçoit l'État belge intervenant dans la cause, et, statuant par un jugement commun à toutes les parties, dit pour droit que la chaussée décrétée d'utilité publique et établie d'Everghem à Watervliet, constituant une route en exécution de l'arrêté royal du 15 juillet 1839, fait partie du domaine public; qu'en conséquence aucun des propriétaires riverains n'a le droit de planter sur cette grand'route, ni de se dire propriétaire des plantations qui y auront été effectuées depuis sa construction; que, si les propriétaires avaient, soit la faculté, soit le droit de planter sur les chemins vicinaux que cette route a remplacés, cette faculté ou ce droit sont venus à cesser depuis la conversion de ces chemins en grand'routes; condamne le défendeur X... aux dépens. »

PERSONNEL.

I.

ADMINISTRATION CENTRALE.

M. DUMON (A.), ministre des travaux publics.

Cabinet du ministre.

M. DUPONT (E.), secrétaire.

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL.

MM. PARTOES (J.), secrétaire général.
GRENON (J.), chef de division.

MM. VISELEUR (P.-F.), chef de bureau.
DELBARRE (E.), id.
SENGIER (H.), id.

Surveillance des chemins de fer concédés.

MM. EYCKHOLT (P.-A.), directeur.
DELVAUX (J.), chef de bureau.
NYSSENS (V.), vérificateur.

ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES.

MM. NOEL (J.-F.), directeur général.
WELLENS (F.), ingénieur en chef.
COGNIOUL (J.), ingénieur ordinaire.

Inspection générale des ponts et chaussées.

MM. WILLMAR (E.-E.-G.), inspecteur général.
DECLERCQ (G.), sous-ingénieur.

Inspection générale des mines.

MM. DE VAUX (J.-A.-J.), inspecteur général.
DEFLANDRE (L.), sous-ingénieur.

Première direction. — Routes, mines et personnel.

MM. LAVALLÉE (A.), chef de bureau.
CHICORA (L.-C.-A.), id.
VERBRUGGHEN (A.), id.

Service de surveillance des mines, minières, carrières souterraines et usines dans les provinces septentrionales (Anvers, Brabant, deux Flandres et Limbourg).

M. CHAUDRON (J.), sous-ingénieur des mines.

Deuxième direction. — Travaux hydrauliques et chemins de fer en construction.

MM. O'SULLIVAN (E.-P.), directeur.
ROSENDAHL (S.), chef de bureau.

ADMINISTRATION CENTRALE DES CHEMINS DE FER, POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

MM. Masui (J.-B.), directeur général.

Inspections générales.

MM. Delfosse (F.-A.), inspecteur général des postes.
Cabry (H.), inspecteur général du matériel et des voies.

DIRECTIONS.

Première direction. — Service général.

MM. N. . . . . . directeur.
Gendebien (F.), inspecteur.
Janssens (J.-J.-G.), sous-inspecteur.
Rummens (J.-B.), id.
Felsenhart (A.), chef de bureau.
Vandenpeereboom (T.), id.

Deuxième direction. — Voies et travaux.

Dirigée provisoirement par le directeur général.
MM. Vanderswеep (F.), ingénieur (détaché).
Goffaux (J.-A.), chef de bureau.

Troisième direction. — Matériel et traction.

MM. Poncelet (J.-N.-A.), directeur.
Belpaire (A.), ingénieur (détaché).
Ballieu (F.-F.-D.), chef de bureau.
Dandelin (H.), id.

Télégraphes.

MM. Vincent (J.), ingénieur (détaché).
Girardin (J.), vérificateur de 2e classe (détaché).

Quatrième direction. — Exploitation.

MM. STRENS (A.-J.), inspecteur en chef.
UYTTERHOEVEN (J.-B.), sous-inspecteur.
KLEIN (P.), id.
DE ROBAULX (J.), chef de station faisant fonctions de chef de bureau.

Cinquième direction. — Postes.

MM. N. . . . . . , directeur.
N. . . . . . , inspecteur.
THIMISTER (C.-P.-J.), chef de bureau.
VAN CAUBERGH (J.), sous-inspecteur.

Sixième direction. — Comptabilité générale et contrôle.

MM. N. . . . . . , directeur.
N. . . . . . inspecteur.
VANDERZANDEN (C.-A.-C.), sous-inspecteur.
VAN MOORSEL (L.), chef de bureau.

II.

CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES.

PERSONNEL EN ACTIVITÉ DE SERVICE.

INSPECTEUR GÉNÉRAL.

Willmar (E.-E.-G.).

INSPECTEUR-DIRECTEUR.

Gernaert (F.-J.).

INGÉNIEURS EN CHEF DE 1re CLASSE.

Godin (E.-F.).
Groetaers (G.-N.).
Gerardot de Sermoise (J.-A.).
Kümmer (U.-N.).
Wolters (M.-J.).
Delahaye (A.-J.).
Guioth (J.-L.).
Dutreux (N.).

INGÉNIEURS EN CHEF DE 2e CLASSE.

Wellens (F.).
Magis (H.-J.).

INGÉNIEUR EN CHEF DE 2e CLASSE HONORAIRE.

O'Sullivan (H.-D.).

INGÉNIEURS DE 1re CLASSE.

De Grandvoir (L.).
Forret (F.-A.).
Desmarais (Th.-L.).
Dumon (C.-J.).
Houbotte (C.-J.).
Dejaer (A.-A.).
Cordonnier (M.-J.).
Lebens (Th.).
Hanquet (V.).
De Perre (J.-B.).
Masson (S.-H.).
Goddyn (E.-L.).
Zuber (F.).
Cognioul (J.).

INGÉNIEURS DE 2e CLASSE.

D'Elhoungne (V.-M.).
Van Meus (J.-B.).
Declercq (Ph.).
Gombert (J.).
Bodet (S.-J.).
Bernard (J.-B.).
Lambert (T.).
Crépin (L.-L.).
Depermentier (G.-J.).
Laurensius (B.-F.).
Colson (H.-J.).
Grosfils (J.-J.-A.).
Piérard (T.).
Huriau (J.-B.).

INGÉNIEURS DE 3e CLASSE.

Gille (J.-J.).
Pinsard (H.-J.).
Dedier (F.).
Andries (J.).
Morelle (H.).
Lamal (Th.)
Vanschoubroeck (L.).
Crespelle (J.)
Leclerc (F.-C.).
Trouet (G.).
Petit (F.).

SOUS-INGÉNIEURS.

De Bruyn (D.-J.).
Deneeff (Th.).
Berger (L.).
Declercq (G.).
Stockman (H.).
Beaufort (N.).
Labye (C.).

CONDUCTEURS DE 1re CLASSE.

Herouet (P.-N.).
Penant (J.-B.).
Stevens (G.).
Van Praet (J.-H.).
Pillement (J.-B.).
Canivet (H.).
Van Ringh (H.).
Ionckheere (H.-A.).
Schorn (J.-P.).
Jaminé (J.-L.).
Diegerick (F.-J.).
Dandelin (L.).
Trouet (Jacques).
Braibant (Ch.-Th.).
Piérart (E.-C.).
Lamury (A.-M.).
Groulard (V.-J.).
Dupont (J.-P.).
Thomas (C.).
Scheepers (M.).
Rogier (J.).
Kempynck (A.-J.)
De Aguilar (T.).

Degreny (L.).
Renaud (H.-A.).
Mallet (V.-C.).
Descamps (Alp.).
Maes (Ed.).
Stienon (H.).
Bombeke (P.-J.).
Delhaise (J.-J.).
Colpaert (D.).
Silvais (M.-A.).
Delgotal (A.-J.).
Balbeur (J.-B.).
Courtois (J.-B..
Gilly (E.-E.).
Defawe (E.-J.).
Petit (J.-B.).
Serésia (L.-F.).
Crets (F.).
Petit-Jean (P.-J.).
Dethy (J.-B.).
Wantzel (P.-J.).
Moreau (P.-J.).

CONDUCTEURS DE 2e CLASSE.

Richir (L.-J.).
Simonis (P.-F.).
Descamps (Edm.).
Deltour (P.-J.).
Blonden (G.).
Jacques (F.-A.).
Michaux (J.).
Maciejowski (Ig.).
Heymans (F.-A.).
Adam (L.-J.).
Poppe (J.-B.)
Cordier (G.-J.).
Traets (D.).
Guilmot (J.-E.).
Baré (E.).
Dewinter (F.)

Goedert (Ch.).
Ricaille (J.-J.).
Lumen (L.-J.)
Cambier (A.-J.)
Daubresse (G.).
Besme (J.).
Giroux (L.).
Schanus (W.-M.).
Besseling (N.).
Toeffaert (C.).
Guillery (Ch.).
Monami (R.-S.).
Segers (J.-B.)
Vieux-Jean (T.-J.)
Lejeune (H.-H.).
Courtois (H.-N.).

Declercq (C.-B.).
Theunens (B.).
Despreetz (E.-A.).
Lallement (R.-E.).
Dispauw (J.-G.).
Vandeloo (A.-T.).
Waegemans (Ed.)
Bekaert (F.-M.).
Misonne (A.-P.).
Gevaert (J.).
Goffin (J.-C.).
Lambert (A.).
Wybauw (H.-E.).
Vergauwen (L.-C.).
D'Huart (G.-F.).
Canivet (J.).
Rosseels (J.-L.).
Groulard (Ch.).
Joannes (N.-J.)
De Posch (F.-J.).
Hanus (F.).
Carpentier (D.).

CONDUCTEURS DE 3e CLASSE.

Prisse (A.-P.).
Heymans (V.-J.).
Dubois (F.).
Baetens (F.).
Lallemand (J.-J.).
D'Hont (R.).
Paheau (L.).
Gody (L.-J.).
Baurin (L.).
Fumière (J.).
Jeghers (G.).
Trouet (A.).
Leenaert (J.).
De Bouck (L.-C.).
De Radigues (F.).
Seyler (H.).
Vandenabeele (V.).
Richir (P.-J.).
Huet (C.).
Pasque (Ad.).
Velghe (J.).
Vercammen (F.)

—

CLASSEMENT GÉNÉRAL DES MEMBRES DU CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES.

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
INSPECTEURS GÉNÉRAUX.		
Teichmann (T.-J.)	9 octobre 1830.	Gouverneur de la province d'Anvers.
Willmar (E.-E.-G.)	27 — —	Attaché au ministère.
INSPECTEURS.		
Masui (J.-B.)	15 avril 1843.	Directeur général des chemins de fer, des postes et des télégraphes.
Gernaert (F.-J.)	16 — 1846	

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
INGÉNIEURS EN CHEF DE 1re CLASSE.		
Godin (E.-F.)	30 juillet 1843.	
Groetaers (G.-N.)	13 déc. 1846.	
Gerardot de Sermoise (J.-A.)	13 — —	
Kümmer (U.-N.)	13 — —	
Wolters (M.-J.)	13 — —	
Desart (H.-G.)	29 octobre 1850.	En congé illimité.
Delahaye (A.-J.)	11 février 1852.	
Guioth (J.-L.)	10 avril 1853.	
Dutreux (N.)	10 — —	
INGÉNIEURS EN CHEF DE 2e CLASSE.		
Grosfils (G.-F.)	29 juillet 1843.	En disponibilité.
Maus (H.-J.)	22 juin 1843.	Id.
Wellens (F.)	5 août 1852.	Attaché au ministère.
Magis (H.-J.)	5 — —	
INGÉNIEUR EN CHEF HONORAIRE DE 2e CLASSE.		
O'Sullivan (H.-D.)	2 janvier 1853.	
INGÉNIEURS DE 1re CLASSE.		
Maes de Zutter (J.-J.)	29 février 1840.	En disponibilité.
Petitjean (P.-J.)	30 juillet 1843.	Attaché au chemin de de l'État.
Manilius (J.)	29 — 1843	Attaché à l'école du civil de Gand.
Splingard (F.)	29 — —	En congé illimité.
De Grandvoir (L.)	8 août 1847	
Forret (J.-C.)	1er février 1850.	
Desmarais (Th.-L.)	—	
Dandelin (A.)	30 juin 1850.	Attaché au chemin d de l'État.
Dumon (C.-J.)	21 octobre 1851	
Houbotte (C.-J.-J.)	23 — —	
Dejaer (A.-A.-H.)	23 — —	
Cordonnier (M.-J.)	10 avril 1853.	
Lebens (Th.)	10 — —	
Hanquet (Victor)	20 — 1854.	
De Perre (J.-B.)	20 — —	
Carez (M.)	20 — —	En disponibilité au s de la ville de Brux
Masson (S.-H.)	21 mai 1854.	
Goddyn (L.-E.)	21 — —	
Zuber (F.)	14 juillet 1856	
Cogniaul (J.)	14 —	Attaché au ministère.

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
INGÉNIEURS DE 2e CLASSE.		
Stevens (L.)	1er février 1850.	Attaché au chemin de fer de l'État.
Van Moere (B.-F.)	1er février 1850.	Attaché au chemin de fer de l'État.
D'Elhoungne (V.-M)	—	
Van Meus (J.-B.)	—	
Declercq (Ph.)	25 octobre 1851.	
Gombert (J.)	31 mars 1852.	
Bodet (S.-J.)	10 —	
Bernard (J.-B.)	20 avril 1854	
Lambert (T.)	26 —	
Crépin (L.-L.)	—	
Depermentier (G.-J.-B.)	25 mars 1855.	
Laurensius (B.-F.)	—	
Boudin (E.-J.)	—	Attaché à l'école du génie civil de Gand.
Colson (H.-J.)	—	
Grosfils (J.-J.)	—	
Piérard (T.)	14 juillet 1856.	
Hurian (J.-B.)	—	
INGÉNIEURS DE 3e CLASSE.		
Ubaghs (J.-G.)	1er février 1850.	En congé illimité.
Denis (J.-J.)	—	Id.
Malecot (L.)	—	Attaché au chemin de fer de l'État.
Leclercq (F.)	—	Id.
Van Esschen (N.-G.)	—	Id.
Drugmand (D.)	—	En congé illimité.
Gille (J.-J.)	—	
Pinsard (H.-J)	—	
Dedier (F.)	31 mars 1852.	
Andries (Ch.)	31 — —	Attaché à l'école du génie civil de Gand.
Andries (J.)	31 — —	
Morelle (Hil.)	31 — —	
Lamal (T.-J.)	10 avril 1853.	
Vanschoubroek (L.)	—	
Crespelle (J.)	15 mars 1854.	
Leclerc (F.-C.-G.)	—	
Trouet (S.)	—	
Petit (F.)	25 mars 1855.	
SOUS-INGÉNIEURS.		
Rombaux (J.-B.)	8 septemb. 1844.	En congé illimité.
De Bruyn (D.-J.)	1er décemb. 1846.	
Leclerc (J.-M.)	9 novemb. 1847.	Attaché au ministère de l'intérieur.
Deneef (Th.)	9 — —	

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
Berger (L.)	2 avril 1849.	
Declercq (G.)	2 — —	Attaché au ministère
Stockman (H.)	15 novemb. 1849.	
Beaufort (N.)	15 — —	
Labye (C.)	1er février 1850.	
Bureau (Th.)	30 octobre —	En disponibilité.
Broeckhans (J.-H.)	30 — —	Id.
Piens (E.)	30 — 1851.	Id.
Vantroostenberge (A.)	30 — —	Id.
Dauge	27 octobre 1852.	Id.
Deraeve (F.)	27 — —	Id.
Marcq (A.)	3 mai 1854.	Id.
Willems (A.)	—	Id.
Verstraeten (Th.)	1er mars 1855.	Id.
De Matthys (H.-R.)	—	Id.

CONDUCTEURS DE 1re CLASSE.

Herouet (P.-N.)	24 juillet 1837.	
Penant (J.-B.)	11 août 1839.	
Stevens (G.)	28 déc. —	Attaché au ministère.
Garnier (C.-F.)	5 avril 1840.	En disponibilité.
Van Praet (J.-H.)	6 — —	
Pillement (J.-B.)	10 — 1841.	
Thibesart (G.-J.)	15 juillet 1842.	Attaché au chemin de fer de l'État.
Muls (E.)	13 novemb. 1842.	Id.
Canivet (S.)	15 avril 1843.	
Van Ringh (H.)	10 octobre 1843.	
Jonckheere (H.-A.)	4 déc. 1844.	
Rousseau (J.-J.)	29 juillet 1845.	Attaché au ministère de la justice.
Schorn (J.-P.)	29 — —	
Jaminé (J.-L.)	4 octobre 1845	
Diegerick (F.-J.)	4 — —	
Dandelin (L.)	1er février 1850.	
Mottequin (P.-J.)	—	Attaché au chemin de fer de l'État
Dupont (J.-B.)	—	Id.
Trouet (J.)	—	
Braibant (Ch.-Th.)	—	
Piérart (E.-C.)	—	
Lamury (A.-M.)	23 octobre 1851.	
Groulard (V.-J.)	23 — —	
Dupont (J.-P.)	23 — —	
Thomas (C.)	23 — —	
Scheepers (M.)	10 avril 1853.	
Rogier (J.)	10 — —	

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
Kempynck (A.-J.)	10 avril 1853.	
De Aguilar (T.)	10 — —	
De Greny (L.)	10 — —	
Renaud (H.-A.)	10 — —	
Mallet (V.-C.)	10 — —	
Descamps (A.)	10 — —	
Maes (Ed.)	10 — —	
Stiénon (H.)	20 — 1854.	
Bombeke (P.-J.)	26 — —	
Delbaise (J.-J.)	26 — —	
Colpaert (D.)	26 — —	
Silvais (M.-A.)	26 — —	
Delgotal (A.-J.)	15 mai 1854.	
Balbeur (J.-B.)	15 — —	
Courtois (J.-P.)	25 mars 1855.	
Gilly (E.-E.)	—	
Defawe (E.-J.)	—	
Petit (J.-B.)	—	
Seresia (L.-F.-E.)	14 juillet 1856.	
Crets (F.)	—	
Decreeft (L.-C.)	—	Attaché à l'école du génie civil de Gand.
Bassing (T.)	—	En congé illimité.
Petit-Jean (J.-J.)	—	
Dethy (J.-B.)	—	
Wantzel (C.-F.)	—	
Moreau (P.-J.)	—	

CONDUCTEURS DE 2e CLASSE.

Nef (F.-J.)	10 avril 1841.	En disponibilité.
Lamquet (G.-E.)	10 — —	Attaché au chemin de fer de l'État.
Guinotte (J.)	21 juin 1844.	En congé illimité.
Thein (N.)	29 — —	Attaché au chemin de fer de l'État.
Mottin (F.)	4 octobre 1845.	En congé illimité.
Richir (L.)	28 janvier 1847.	
Simonis (P.-F.)	8 août 1847.	
Descamps (E.)	8 — —	
Deltour (P.-J.)	1er février 1850.	
Maertens (J.)	—	Attaché au chemin de fer de l'État.
Brockmann (F.-G.)	—	Id.
Blonden (G.)	—	
Jacques (F.-A.)	—	
Michaux (J.)	—	
Maciejowski (J.)	—	
Heymans (F.-A.)	—	

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
Adam (L.-J.)	1er février 1850.	
Poppe (J.-B.)	—	
Claes (E.)	11 septemb. 1850.	En congé illimité.
Cordier (G.-J.)	23 octobre 1851.	
Traets (D.)	23 — —	
Vanvreckom (F.-J.)	23 — —	En disponibilité.
Guilmot (J.-E.)	10 avril 1853.	
Baré (E.)	—	
Dewinter (F.)	—	
Goedert (C.)	—	
Geswein (M.)	—	Attaché à l'école du génie civil de Gand.
Ricaille (J.-J.)	—	
Lumen (L.-J.)	—	
Cambier (A.-J.)	—	
Daubresse (G.)	—	
Besme (J.)	—	
Giroux (L.)	—	
Schanus (W.-M.)	20 avril 1854.	
Besseling (N.)	—	
Toeffaert (Ch.)	—	
Guillery (Ch.)	26 avril 1854.	
Monami (R.-S.)	—	
Segers (J.-B.)	—	
Vieux-Jean (T.-J.)	—	
Lejeune (H.-H.)	—	
Courtois (H.-N.)	—	
Declercq (C.-B.)	—	
Theunens (B.)	—	
Despreetz (E.)	—	
Lallement (R.-E.)	—	
Dispauw (J.-G.)	—	
Vandeloo (A.-T.)	25 mars 1855.	
Waeghemans (E.)	—	
Bekaert (F.-M.)	—	
Misonne (A.-P.)	—	
Gevaert (J.)	—	
Goffin (J.-C.)	—	
Lambert (A.)	14 juillet 1856.	
Wybauw (H.-E.)	—	
Vergauwen (L.-C.)	—	
D'Huart (G.-F.)	—	
Canivet (J.)	—	
Rosseels (J.-L.)	—	
Groulard (Ch.)	—	
Joannès (N.-J.)	—	
De Posch (F.-J.)	—	
Hanus (F.)	—	
Carpentier (D.)	—	

NOMS ET PRÉNOMS	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
CONDUCTEURS DE 3e CLASSE.		
Poncelet (L.-J.)	26 mai 1836.	En disponibilité.
Tielemans (F.)	11 février 1840.	En congé illimité.
Hetten (T.)	10 — 1841.	En disponibilité.
Vander Elst (C.)	10 — —	En congé illimité.
Guillery (Th.)	27 février 1846.	Id.
Vandevelde (J.-H.-V.)	1er février 1850.	Attaché au chemin de fer de l'État.
Prisse (A.-P.)	—	
Coppens (E.)	—	En disponibilité au chemin de fer de l'État.
Vander Elst (L.-L.)	—	En congé illimité.
Heymans (V.-J.)	—	
Dubois (F.)	—	
Baetens (F.)	—	
Lallemand (J.-J.)	—	
D'Hondt (R.)	—	
Dincq (E.)	—	En congé illimité.
Paheau (L.)	—	
Gody (L.-J.)	—	
Baurin (L.)	5 mai 1851.	
Fumière (J.)	5 — —	
Jeghers (G.)	31 mars 1852.	
Demaeschalck (Ph.)	31 — —	En congé illimité.
Trouet (A.)	31 — —	
Leenaert (J.)	17 sept. —	
De Bouck (L.-C.)	20 janvier 1853.	
De Radigues (F.)	25 avril —	
Seyler (H.)	17 mai —	
Vandenabeele (V.)	— —	
Richir (P.-J.)	26 mai —	
Huet (C.)	7 juin —	
Pasque (Ad.)	8 juillet —	
Velghe (J.)	8 novemb. —	
Vercammen (F.)	7 juin 1855.	

III.

CORPS DES MINES.

PERSONNEL EN ACTIVITÉ DE SERVICE.

INSPECTEUR GÉNÉRAL.

De Vaux (J.-A.-J.).

INGÉNIEURS EN CHEF DE 1re CLASSE.

Gonot (J.).
Wellekens (C.-B.).

INGÉNIEURS DE 1re CLASSE.

Mueseler (M.-J.).
Rucloux (F.-A.).
Jochams (F.).
Decrassier (P.-A.)

INGÉNIEURS DE 2e CLASSE.

Toilliez (A.).
Poncelet (J.-B.).

SOUS-INGÉNIEURS.

Laguesse (E.-V.).
Barbière (G.-J.).
Vanscherpenzeel-Thim.
Geoffroy.
Deflandre (L.).
Chaudron (J.).
Hamal (C.-L.).
Bouhy (V.-N.).
Lambert (Ch.).
Flamache (Victor.)

ASPIRANTS INGÉNIEURS DE 1re CLASSE.

L'Hoest (A.-G.).
Gerard (D.).
Defize (E.-N.).
Quoilin (C.-L.).
Eloin (F.).
Beaujean (J.-A.).
Dejaer (C.-A.).
Berchem (F.).
Dechamps (L.).
Ransy (A.).

ASPIRANTS-INGÉNIEURS DE 2e CLASSE.

Beer (C.-J.).
Bougnet (E.-A.).
Scarceriaux (L.-J.).
Clément (C.).
Desimony (H.).
Dawance (J.-A.).

ASPIRANTS INGÉNIEURS DE 3e CLASSE.

Mueseler (G.-G.).
Arnould (G.).
Gille (J.).
Goffin (J.).
Franeau (A.).
Collette (Ch.).
Simonis (Al.).
Timmerhans (L.).
Hamal (B.).
Gilliaux (V.).

CLASSEMENT GÉNÉRAL DES MEMBRES DU CORPS DES MINES.

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
INSPECTEUR GÉNÉRAL.		
Vaux (J.-A.).	10 juin 1844.	Attaché au ministère.
INGÉNIEURS EN CHEF DE 1re CLASSE.		
not (J.).	10 juin 1844.	
llekens (C.-B.).	30 — 1850.	
INGÉNIEURS EN CHEF DE 2e CLASSE.		
rnaert (J.-H.).	22 octobre 1844.	En disponibilité.
utier (A.-F.)	22 — —	Conseiller des mines.
INGÉNIEURS DE 1re CLASSE.		
laut (J.-G.-E.)	26 mars 1842.	Inspecteur général de l'agriculture et des chemins vicinaux du royaume.
seler (M.-J.).	30 juin 1850.	
cloux (F.-A.-J.).	18 mars 1851.	
chams (F.)	18 — —	
Crassier (P.-A.)	20 — 1854.	
INGÉNIEURS DE 2e CLASSE.		
hier (C.-F.).	22 octobre 1844.	En disponibilité.
llez (A.)	29 février 1852.	
celet (J.-B.)	29 — —	
SOUS-INGÉNIEURS.		
esse (E.-V.)	5 mai 1841.	
lère (G.-J.).	25 septemb. 1843.	
cherpenzeel-Thim (H.) .	30 juin 1845.	
roy (A.)	28 septemb. 1845.	
ont (G.).	23 août 1846.	En disponibilité.
ux (B.-A.)	9 juillet 1847.	En congé illimité.
ndre (L.).	10 août 1850.	Attaché au ministère.
dron (J.).	29 février 1852.	Id.
al (C.-L.)	31 décemb. 1852.	
y (V.-N.)	31 — —	
bert (C.).	30 mars 1855.	
sche (V.).	— —	
(A.)	— —	En congé illimité.

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
ASPIRANTS-INGÉNIEURS DE 1re CLASSE.		
Lhoest (A.-G.-L.)	21 mars 1842.	
Gerard (D.)	21 — —	
Defize (E.-N.-G.)	24 août 1844.	
Quoilin (C.-L.)	15 novemb. 1845.	
Dupont (F.)	28 mars 1850.	En congé illimité.
Eloin (F.)	28 — —	
Beaujean (J.-A.)	28 — —	
Dejaer (C.-A.)	18 — 1851.	
Berchem (F.)	29 février 1852.	
Dechamps (L.)	11 mars 1855.	
Ransy (A.)	— —	
ASPIRANTS-INGÉNIEURS DE 2e CLASSE.		
Beer (C.-S.)	24 août 1844.	
Lambert (G.)	15 novemb. 1845.	En congé illimité.
Flamache (J.-P.)	15 — —	Id.
Bouguet (E.-A.)	18 mars 1851.	
Scarceriaux (L.-J.)	29 février 1852.	
Clément (C.)	11 avril —	
Desimony (H.)	20 mars 1854.	
Dawance (J.-A.)	11 mars 1855.	
Jottrand (A.)	—	En congé illimité.
ASPIRANTS-INGÉNIEURS DE 3e CLASSE.		
Mueseler (G.-G.)	30 octobre 1839.	
Castelain (L.)	4 novemb. —	En congé illimité.
Sadin (A.)	21 mars 1842.	Id.
Fabry (H.-J.)	21 — —	Id.
Ziane (H.)	10 août 1850.	En congé.
Micha (L.)	10 — —	En congé illimité.
Arnould (G.)	22 mai 1852.	
Gilles (J.)	22 — —	
Goffin (J.)	20 janvier 1853.	
Franeau (A.)	4 avril —	
Polis (J.-H.)	7 juin —	En congé illimité.
Collette (Ch.)	15 janvier 1854.	
Simonis (A.)	1er décembre 1854.	
Timmerhans (L.)	—	
Hamal (B.)	26 décembre 1855.	
Gilliaux (V.)	—	

COMMISSION DIRECTRICE DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

Président : M. DE VAUX, inspecteur général des mines.

Vice-président : M. VISSCHERS, conseiller au conseil des mines.

Membres : MM. Bidaut, inspecteur général de l'agriculture et des chemins vicinaux.

Du Pré, ingénieur en chef honoraire des ponts et chaussées.

Frédérix, colonel d'artillerie, directeur de la fonderie royale de canons, à Liége.

Lagrange, lieutenant-colonel du génie.

Lahure, directeur général de la marine.

Lamarle, professeur à l'université de Gand.

Maus, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Poncelet, ingénieur en chef directeur à l'administration des chemins de fer.

Roget, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Trasenster, professeur à l'université de Liége.

Secrétaire : M. Wellens, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Secrétaire-adjoint : M. Cognioul, ingénieur des ponts et chaussées.

COMMISSION POUR L'EXAMEN DES PROCÉDÉS NOUVEAUX ET DES MATÉRIAUX INDIGÈNES.

Président : M. DE VAUX, inspecteur général des mines.

Vice-président : M. ROGET, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Membres : MM. Poncelet, ingénieur en chef, directeur à l'administration des chemins de fer.

Wellens, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Gobert, ingénieur chef de service à l'administration des chemins de fer.

Membres : MM. Belpaire (Alfred), ingénieur à l'administration des chemins de fer.

Dedier, ingénieur des ponts et chaussées.

Andries (Charles), ingénieur des ponts et chaussées.

Secrétaire : M. Vinchent, ingénieur à l'administration des chemins de fer.

CONSEIL DE LA CAISSE DES VEUVES ET ORPHELINS ET CONSEIL CONSULTATIF POUR LA COLLATION DES PENSIONS DE RETRAITE.

Président : M. DE VAUX, inspecteur général des mines.

Vice-président : VINCHENT, conseiller des mines.

Membres : MM. De Meren, inspecteur en chef des postes.

Roget, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Groetaers, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

O'Sullivan, directeur à l'administration centrale.

Delfosse, inspecteur général des postes.

Eyckholt, directeur à l'administration centrale.

Klein, sous-inspecteur à l'administration centrale des chemins de fer.

Secrétaire : M. Deflandre, sous-ingénieur des mines.

TABLE

MÉMOIRES, RAPPORTS ET DOCUMENTS

CONTENUS

NS LE 14e VOLUME DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des Pages.	NUMÉROS des Planches.
MÉMOIRES ET RAPPORTS.		
ies moyens propres à soustraire les ouvriers urs au danger d'asphyxie à la suite des coups u; par M. A. De Vaux, inspecteur général des s	5	»
ches sur la disposition la plus convenable des rts d'une pièce à section constante, chargée rmément; par M. G.-A. De Clercq, sous-ieur des ponts et chaussées.	35	»
sur un viaduc à travées en fer, construit à Ar-nes, sous le chemin de fer de Manage à Wavre, d'une note concernant la détermination des ses parties des poutres en treillis adoptées cet ouvrage; par M. Ch. Andries, ingénieur onts et chaussées	61	I à VI
e sur les moyens de pénétrer dans les mines ies par les gaz nuisibles; par M. Hubert Fla-, aspirant-ingénieur au corps des mines, di-ur gérant des charbonnages réunis de la Vallée éton, à Roux, près Charleroy.	83	VII et VIII
de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs. amen des comptes de l'année 1854; par M. Aug. iers, membre du conseil des mines	113	»
rations sur la nature des incrustations qui se ent dans les chaudières à vapeur, et sur les ents moyens proposés pour les prévenir; par Vanden Corput, chimiste du musée royal de strie	145	»
t sur l'exposition universelle de Paris en 1855; I. G.-A. De Clercq, sous-ingénieur des ponts aussées.	171	»
ur la construction d'un cuvelage en maçon-, de 130 mètres de hauteur, à la houillère de ônier, concession de Bonne-Fin, à Liége; par ctor Flamache, sous-ingénieur des mines . . .	207	IX.

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des Pages.	NUMÉROS des Planches.
Notice sur le gisement et l'exploitation du minerai de fer dans la province de Hainaut; par M. V. Bouhy, ingénieur civil des arts et manufactures, sous-ingénieur au corps des mines	223	»
Expériences faites sur différentes pièces de bois, à l'effet d'en déterminer le coëfficient d'élasticité; par M. Marcq, sous-ingénieur des ponts et chaussées, sous la direction de M. Houbotte, ingénieur de 1re classe des ponts et chaussées.	279	»
Des appareils télégraphiques en 1855, dans le service des lignes électriques et à l'exposition universelle de Paris; par M. J. Vinchent, ingénieur de l'État.	303	»
Mémoire sur les terrains tertiaires de la Belgique et de la Flandre française; par Sir Charles Lyell, membre de la Société royale de Londres, vice-président de la Société géologique de la même ville; traduit par MM. Ch. Le Hardy de Beaulieu, professeur à l'école des mines du Hainaut, et Albert Toilliez, ingénieur au corps des mines.	359	X.
Mélanges — I. Pisciculture.	507	»
— II. Emploi de l'aiguille-coin — Procédé d'arrachement de M. Marquet, directeur du charbonnage des Six-Boniers, à Ougrée (Liége).	510	»
— III. Note sur le procédé d'arrachement du sieur Marquet; par M. Mueseler, ingénieur du 6e district des mines.	514	»
— IV. Procédé héliographique de M. Niepce de Saint-Victor	515	»
— V. Pont en tôle construit sur le Cher, pour le passage du chemin de fer de Commentry à Montluçon.	519	»
— VI. Pont de Langon, établi sur la Garonne, pour le passage du chemin de fer de Bordeaux à Cette. . . .	520	»
— VII. Emploi de traîneaux pour le déblaiement des neiges sur les routes.	523	XI.
— VIII. Tuyaux en terre cuite de $0^m,040$, $0^m,094$ et $0^m,140$ de diamètre, vernissés à l'intérieur, fabriqués par MM. Zeller et Ce, à Ollwiller	526	»
— IX. Chemins de fer de l'État belge. — Tableau du mouvement et de la recette pendant l'année 1855. .	533	»
— X. Recettes brutes de l'exploitation des chemins de fer français. — Années 1855 et 1854	536	»
— XI. Chemins de fer prussiens. — Tableau du mouvement et de la recette pendant l'année 1854 . . .	538	»
— XII. Des chemins de fer anglais (Extrait du *Board of Trade*.)	540	»
Bibliographie.—Institutions de prévoyance.—Aperçu des institutions créées par la société de la Vieille-Montagne, en faveur de ses ouvriers.	543	»
DOCUMENTS ADMINISTRATIFS		
Poids et mesures. — I. Loi sur les poids et mesures. .	1	»
— II. Arrêté royal réglant la forme et la composition des poids et mesures.	8	»

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des	
	Pages.	Planches.
— III. Arrêté royal sur les balances et autres instruments de pesage	12	»
— IV. Instructions pour l'exécution des arrêtés royaux du 8 et du 9 octobre 1855.	14	»
— V. Instruction pour les vérificateurs des poids et mesures, sur la manière de vérifier les instruments de pesage	19	»
— VI. Abrogation de l'art. 4 de l'arrêté du 8 octobre 1855.	21	»
Jurisprudence. — I. Arrêt de la cour de cassation de Belgique, en date du 30 novembre 1855, décidant que la loi sur l'expropriation pour utilité publique, en appelant un ingénieur à faire partie de la commission d'enquête, n'a pas entendu parler uniquement d'un fonctionnaire du corps des ponts et chaussées; qu'un architecte peut remplacer cet ingénieur	23	»
— II. Arrêt de la cour d'appel de Gand, en date du 25 janvier 1856, décidant que le retard mis par l'État à fournir un chemin d'exploitation, en remplacement de celui dont l'expropriation est décrétée, le rend passible de dommages-intérêts, lors même que le jugement n'a point déterminé le délai endéans lequel il avait à satisfaire à cette obligation.	26	»
— III. Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles, en date du 5 mars 1856, décidant que lorsque le cahier des charges d'une entreprise porte que « les métrés et le détail estimatif y annexés ne sont communiqués que comme de simples renseignements, dont l'administration ne garantit pas l'exactitude, » l'entrepreneur ne peut soutenir que les inexactitudes et les omissions qu'il y rencontre dans le cours de son entreprise, engagent la responsabilité de l'État, qui serait tenu de réparer les pertes subies, et que l'établissement, par une loi postérieure à l'entreprise, de droits de douane sur l'espèce de matériaux que doit livrer un entrepreneur à l'État, ne donne pas lieu à indemnité, en faveur de l'entrepreneur qui a traité à forfait	28	»
— IV. Jugement du tribunal civil de Gand, en date du 7 avril 1856, décidant que l'incorporation d'un chemin vicinal dans une grand'route fait cesser le droit de plantation qu'avaient les propriétaires riverains sur ledit chemin devenu désormais partie intégrante du domaine public, et que l'État n'a dû payer aucune indemnité préalable du chef de la suppression de ce droit de planter, lorsque les communes sur le territoire desquelles passait le chemin vicinal, ont elles-mêmes demandé, sans réserve, l'incorporation dudit chemin dans la route à créer	35	»
Personnel.	39	»



14 [illegible] 1852 . . . .

[illegible] point les [illegible] portés et [illegible] de [illegible] les [illegible].

19

[illegible] de Paris, à de l'arrêt du 9 octobre

21

[illegible] 1. arrêt qu'en fait de [illegible] de [illegible] du [illegible] 1852, [illegible] l'expropriation pour utilité publique, [illegible] à faire partie de la [illegible], n'a [illegible] qu'elle [illegible] du corps des ponts et [illegible] peut remplacer qui [illegible]

[illegible] la cour d'appel de Gand, [illegible] que l'État [illegible] d'un [illegible] dans l'expropriation est [illegible] de [illegible], [illegible] n'a point [illegible] le [illegible] à [illegible] la cour d'appel de Bruxelles, [illegible] que lorsque [illegible] porte que à les [illegible] y [illegible] de simples [illegible], dont l'[illegible] par [illegible] que [illegible] qu'il y [illegible] dans le [illegible] la responsabilité de l'État qui [illegible] et que l'[illegible] une [illegible] à l'[illegible] de l'[illegible] de [illegible] qui [illegible] à l'État, ne [illegible] pas [illegible] de l'entrepreneur qui [illegible]

[illegible] du tribunal civil de [illegible] en [illegible] décidant que l'expropriation d'un [illegible] dans une [illegible] fait [illegible] les propriétaires [illegible] chemin [illegible] domaine public, et que l'État n'a [illegible] indemnité préalable du chef de la [illegible] de droit de [illegible] lorsque les [illegible]

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE 14e VOLUME DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

AIGUILLE-COIN (Emploi de l'), procédé d'arrachement de la houille, *p.* 510 et 514.

APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES (Des) en 1855, dans le service des lignes électriques et à l'exposition universelle de Paris; par M. J. VINCHENT, ingénieur de l'État, *p.* 303. — 1re *partie :* Examen comparatif des systèmes principaux, *ibid.*— 2e *partie :* Revue de l'exposition, *p* 329.

ASPHYXIE. — V. *Coups de feu* et *Mines.*

BOIS (Expériences faites sur différentes pièces de), à l'effet d'en déterminer le coefficient d'élasticité; par M. MARCQ, sous-ingénieur des ponts et chaussées, sous la direction de M. HOUBOTTE, ingénieur des ponts et chaussées, *p.* 279.

CAISSES DE PRÉVOYANCE en faveur des ouvriers mineurs.— Examen des comptes de l'année 1854; par M. AUG. VISSCHERS, membre du conseil des mines, *p.* 113.— § 1er. Caisse de Mons, *p.* 121.— § 2. Caisse de Charleroi, *p.* 127. — § 3. Caisse du Centre, *p* 130.—§ 4. Caisse de Liége, *p.* 132.—§ 5. Caisse du Luxembourg, *p.* 139.—Conclusion, *p.* 141.

CHARPENTE. — V. *Bois, Exposition universelle* et *Supports.*

CHAUDIÈRES.— V. *Incrustations.*

CHEMINS DE FER. — V. *Exposition universelle.*

CHEMINS DE FER ANGLAIS.— Développement et recettes en 1855, *p.* 540.

— — BELGES.— Recettes en 1855, *p.* 533.

— — FRANÇAIS. — Développement et recettes en 1854 et 1855, *p.* 536.

— — PRUSSIENS. — Développement et recettes en 1854, *p.* 538.

CHIMIE. — V. *Incrustations.*

CONSTRUCTIONS. — V. *Bois, Charpente, Cuvelage, Exposition universelle, Ponts, Supports* et *Viaduc.*

Coups de feu (Étude des moyens propres à soustraire les ouvriers mineurs au danger d'asphyxie à la suite des); par M. A. De Vaux, inspecteur général des mines, *p.* 5.
Cuvelage en maçonnerie (Notice sur la construction d'un); par M. Victor Flamache, sous-ingénieur des mines, *p.* 207.
Écluses. — V. *Exposition universelle.*
Élasticité du bois. — V. *Bois.*
Épuisements. — V. *Exposition universelle.*
Exposition universelle de Paris en 1853. — V. *Appareils télégraphiques.*
Exposition universelle de Paris en 1855 — Rapport par M. G.-A. De Clercq, sous-ingénieur des ponts et chaussées, *p.* 171. — Ponts, *p.* 172. — Écluses et barrages, *p.* 187. — Machines d'épuisement, sonnettes et pilots, *p.* 193. Charpente et matériaux de construction, *p.* 196. — Établissement de la voie des chemins de fer, *p.* 198.
Gaz nuisibles. — V. *Mines.*
Géologie. — V. *Terrains tertiaires.*
Grisou. — V. *Mines.*
Héliographie. — Procédé de M. Niepce de Saint-Victor, *p.* 515.
Houille. — V. *Aiguille-coin*
Incrustations qui se forment dans les chaudières à vapeur (Considérations sur les); par M. E. Vanden Corput, chimiste du musée de l'industrie, *p.* 145.
Machines d'épuisement. — V. *Exposition universelle.*
Matériaux de construction. — V. *Bois* et *Exposition universelle.*
Mines. — V. *Aiguille-coin, Caisses de prévoyance, Coups de feu* et *Cuvelage.*
Mines envahies par les gaz nuisibles (Mémoire sur les moyens de pénétrer dans les); par M. Hubert Flamache, aspirant ingénieur des mines, directeur gérant des charbonnages réunis du Piéton, *p.* 83.
Minerai de fer dans le Hainaut (Notice sur le gisement et l'exploitation du); par M. V. Bouhy, ingénieur civil des arts et manufactures, sous-ingénieur des mines, *p.* 223. — Introduction, *ibid.* — Chap. Ier, § 1er. Mode de gisement, *p.* 226. — § 2. Mode d'exploitation, *p.* 229. — § 3. Nature des minerais, *p.* 245. — Chap. II. Localité où l'on exploite les minerais, *p.* 248. — Description des gîtes, *p.* 250.
Minéralogie. — V. *Terrains tertiaires.*
Neiges (Déblaiement de). — V. *Traîneaux.*
Pilots. — V. *Exposition universelle.*
Pisciculture (Note sur la), *p.* 507.
Pont en tôle de Langon (Note sur le), *p.* 520.
Pont en tôle sur le Cher (Note sur le), *p.* 519.
Ponts. — V. *Exposition universelle* et *Viaduc.*
Poutres en treillis. — V. *Viaduc.*
Rails. — V. *Exposition universelle.*
Routes (Déblaiement de neiges sur les). — V. *Traîneaux.*
Sauvetage des ouvriers mineurs. — V. *Coups de feu* et *Mines.*
Sonnettes. — V. *Exposition universelle.*
Supports d'une pièce à section constante, chargée uniformément (Recherches sur la disposition la plus convenable des); par M. G.-A. De Clercq, sous-ingénieur des ponts et chaussées, *p.* 35.
Télégraphie. — V. *Appareils télégraphiques.*

Terrains tertiaires de la Belgique et de la Flandre française (Mémoire sur les); par sir Charles Lyell, traduit par Ch. Le Hardy de Beaulieu, professeur à l'école des mines du Hainaut, et Albert Toilliez, ingénieur au corps des mines, p. 360. — Introduction, *ibid*. — Chap. Ier. Loess ou Lehm, limon de la Hesbaye, p. 361. — Chap. II. Crag d'Anvers, p. 365. — Chap III Sables et grès ferrugineux de Diest, p 385. — Chap. IV. Sables de Bolderberg, p. 387. — Chap. V. Formation tertiaire du Limbourg, p 391. — Chap. VI. Terrain éocène moyen ou éocène nummulitique, p. 429. — Chap. VII. Argile de Londres, p. 476. — Chap. VIII. Argile plastique, sable et lignite, p. 478. — Chap. IX. Glauconite de Tournay et d'Angre, p. 488. — Chap. X. Marnes et glauconite de Heers, p. 489.

Traîneaux pour le déblaiement des neiges sur les routes (Note sur les), p. 523.

Tuyaux en terre cuite (Note sur des), p. 526.

Viaduc à travées en fer, construit à Arquennes sous le chemin de fer de Manage à Wavre (Notice sur un); par M. Charles Andries, ingénieur des ponts et chaussées, p. 61.

TABLE GÉNÉRALE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES TOMES I A XIV DES ANNALES

DES TRAVAUX PUBLICS ([1]).

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
AGRICULTURE.		
…ent, par la chaux, du sol des Ardennes; par M. Lambert, …t-ingénieur de 2e classe des mines	VI.	209
…ent des bruyères; par M. Bidaut, ingénieur au corps des	IX.	437
…ion des bruyères. — Irrigation par les eaux de l'Escaut; par …aut.	VIII.	5
APPAREILS A VAPEUR.		
(Voir *Machines à vapeur*.)		
ARTILLERIE.		
…e la poudre à canon; par M. Chandelon, professeur de chimie …le des mines de Liége	I.	447

([1]) Cette table ne comprend pas les documents administratifs.

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
Canons en fer forgé. — Épreuves; par M. Frédérix, colonel d'artillerie, directeur de la fonderie des canons à Liége	VIII.	53
Expériences faites en 1844, avec deux canons de 24, etc.; par M. le lieutenant-général baron Évain.	V.	527
Fonderie de canons de Liége; par M. Frédérix, etc., et M. Dusillon, lieutenant-adjudant de la direction de la fonderie des canons à Liége.	I.	421
Expériences sur la résistance utile produite dans le forage; par M. Coquilhat, major d'artillerie, sous-directeur de la fonderie de canons de Liége	X.	101
Machine à tourner les tourillons; par M. Frédérix.	III.	147
Magasins à poudre; par M. Brialmont, lieutenant du génie.	VIII.	181
Poudrerie de Wetteren.	VI.	59
Rateliers d'armes en fonte; par M. Frédérix.	IV.	287
BIBLIOGRAPHIE.		
Architecture des églises; par M. le général Chapelié.	VII.	579
Condition des laboureurs, etc.; par M. J. Arrivabene.	IV.	523
Études minérales; par M. Eug. Bidaut.	IV.	519
Institutions de prévoyance. — Aperçu des institutions créées par la société de la Vieille-Montagne en faveur de ses ouvriers. — Compte rendu; par M. Aug. Visschers, conseiller au conseil des mines . . .	XIV.	345
Machines à vapeur; par M. V. Regnault, ingénieur au corps royal des mines, membre de l'académie des sciences. — Compte rendu par M. A. De Vaux, inspecteur général des mines.	VI.	447
Mines, usines minéralurgiques, etc. — Compte rendu par M. A. De Vaux.	VI.	457
Statistique des mines, minières, etc. — Compte rendu; par M. De Vaux	XIII.	379
BIOGRAPHIE.		
Belpaire (Alph.), ingénieur des ponts et chaussées.	XIII.	291
Cauchy (P.-F), ingénieur en chef des mines	IX.	425
Guillery (H.), ingénieur en chef des ponts et chaussées.	VIII.	349
Laurillard-Fallot, major du génie.	III.	487
Simons (P.), inspecteur des ponts et chaussées.	II.	44[illegible]

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
CAISSES DE PRÉVOYANCE.		
Caisses communes de prévoyance; par M. Aug. Visschers, conseiller au conseil des mines	VII.	367
Caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs; par le même.	I.	47
Id. id. id. id. id. . .	VI.	305
Id. id. id. id. id. . .	VII.	445
Id. id. id. id. id. . .	VIII.	471
Id. id. id. id. id. . .	IX.	425
Id. id. id. id. id. . .	X.	365
Id. id. id. id. id. . .	XI.	467
Id. id. id. id. id. . .	XII.	357
Id. id. id. id. id. . .	XIII.	389
Id. id. id. id. id. . .	XIV.	113
CANAUX.		
(Voir : *Rivières et canaux.*)		
CHIMIE.		
Nouveaux appareils. — Note par M. V. Bouhy, sous-ingénieur des mines.	X.	249
CHIMIE INDUSTRIELLE.		
Désargentation du plomb; par M. Georges Montefiore-Levy, ingénieur civil des arts et manufactures	XII.	319
Fabrication de la céruse; par M. Chandelon, professeur à l'université de Liége	XII.	265

INDICATION DES MATIÈRES.	NUM[ÉROS] des volumes.
CHEMINS DE FER.	
Chargeur mécanique; par M. E. Javal, directeur de charbonnages en Belgique	XI.
Chemin de fer atmosphérique.— Rapport adressé à M. le ministre des travaux publics; par MM. H. Maus, ingénieur des ponts et chaussées, et Alph. Belpaire, sous-ingénieur mécanicien	V.
Chemin de fer saxo-bavarois; par M. Fr. Splingard, ingénieur des ponts et chaussées	IV.
Chemins de fer anglais.— Développement.— Dépense d'exécution. .	XII.
Id. id. id. id. . .	XIII.
Id. id. id. id. . .	XIV.
Id. belges. — Leur développement; par M. Wellens, ingénieur en chef des ponts et chaussées .	XIII.
Id. id. — État du mouvement et de la recette pendant les années 1853 et 1854.	XIII.
Id. id. id. pendant l'année 1855	XIV.
Id. de Prusse. — Résultats de l'exploitation des chemins de fer pendant l'année 1851	XII.
Id. id. id. 1852	XII.
Id. id. id. 1853	XIII.
Id. id. id. 1854	XIV.
Id. français. — Recettes brutes de l'exploitation des chemins de fer français.— Années 1853 et 1852 . .	XII.
Id. id. 1853 et 1854 . .	XIII.
Id. id. 1855 et 1854 . .	XIV.
Exploitation; par M. H.-G. Desart, ingénieur en chef des ponts et chaussées	VIII.
Frein Lefèvre.— Rapport fait à la commission des procédés nouveaux; par M. Alph. Belpaire, ingénieur des ponts et chaussées.	IX.
Mouvement des voyageurs; par M. Masui, directeur de l'administration des chemins de fer de l'État	VII.
Précis historique sur la construction des chemins de fer en Belgique.	I.
Rails à éclisses; par M. Ch. Andries, ingénieur des ponts et chaussées.	XII.
Rayon des courbes et inclinaison des pentes et rampes des chemins de fer	XII.
Résistance des rails; par Rombaux, sous-ingénieur des ponts et chaussées	VI.

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
de traction par locomotives applicable aux plans inclinés ; I. L. Malécot, ingénieur des ponts et chaussées, attaché à inistration des chemins de fer de l'État belge.	X.	513
projeté à travers les Alpes ; par M. H. Maus, ingénieur en chef rps des ponts et chaussées de Belgique, inspecteur honoraire énie civil en Piémont.	IX.	315
pour chemins de fer à petits rayons ; par M. Aerts, de Ton-	VII.	439
CONSTRUCTIONS.		
d'Espierre ; par M. Piérard, ingénieur des ponts et chaussées.	XII.	67
s en lit de rivière. — Notice sur l'emploi de l'eau, comme motrice appliquée à la manœuvre des barrages.	XII.	33
x de Wielmerson et de Bost ; par M. Menu, ingénieur des et chaussées	III.	355
la mer à Nieuport ; par M. Em. Boudin, sous-ingénieur des et chaussées	VIII.	91
n des empierrements ; par M. Joannès, conducteur des ponts et chaussées . . .	XIII.	477
id. par M. Besseling, id. . . .	XIII.	485
nces sur le forage, faites à Ypres en 1850 et 1851 ; par M. Co- at, major d'artillerie, sous-directeur de la fonderie royale de ns, à Liége	X.	199
ion universelle de Paris en 1855. — Rapport par M. G.-A De q	XIV.	171
du bois ; par M. E. Lamarle, ancien élève de l'école polytechnique, professeur à l'université de Gand	III.	5
id. ; par M. E. Lamarle	IV.	5
ns en béton ; par M. N. Dutreux, ingénieur en chef des ponts aussées	XII.	5
ndenne ; par M. Bernard, ingénieur des ponts et chaussées.	XIII.	357
Ham construit sur la Sambre, pour le chemin de fer de l'État arleroi à Namur.	XIII.	425
Langon, établi sur la Garonne, pour le passage du chemin de Bordeaux à Cette	XIV.	520
ffenbourg	XIII.	455
tôle construit sur le Cher, pour le passage du chemin de fer mmentry à Montluçon	XIV.	519

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
Pont du Val-Benoît. — Notice d'après les documents officiels et les détails donnés par M. Deridder, ingénieur constructeur, chargé de la direction de la construction de ce pont	I.	174
Pont du Val-Benoît; par M. Dupré, ingénieur des ponts et chaussées.	II.	336
Pont mobile à claire-voie, en charpente; par M. F. Zuber, ingénieur des ponts et chaussées.	XI.	229
Pont Néville sur le Rupel à Boom. — Description de ce pont; par M. Zuber.	XII.	51
Ponts biais en charpente; par M. Du Pré, ingénieur, chargé de la direction des travaux du chemin de fer de Charleroi à la frontière de France.	X.	455
Ponts en charpente sur le chemin de fer de Charleroi à Namur; par M. Dupré	X.	129
Ponts mobiles militaires; par M. A. Demanet, lieutenant-colonel du génie.	IX.	207
Ponts Vergniais.	XII.	415
Problèmes de charpente; par MM. N.-J. Beaufort et G.-A. De Clercq, sous-ingénieurs des ponts et chaussées.	X.	403
Puits artésiens; par M. Quetelet, directeur de l'Observatoire de Bruxelles.	VI.	251
Recherches sur la disposition la plus convenable des supports d'une pièce à section constante, chargée uniformément; par M. G. A. De Clercq.	XIV.	55
Scie à recéper	XII.	515
Siphon en fonte; par M. F. Ablay, lieutenant du génie	IX.	145
Théorie des voûtes; par M. J. Manilius, ingénieur des ponts et chaussées.	VII.	161
Tuyaux en terre cuite de $0^m,040$, $0^m,094$ et $0^m,140$ de diamètre, vernissés à l'intérieur, fabriqués par MM. Zeller et Ce, à Ollwiller.	XIV.	526
Viaduc d'Arquennes. — Notice par M. Ch. Andries, ingénieur des ponts et chaussées.	XIV.	61
CONSTRUCTIONS NAVALES.		
Bassin flottant d'Amsterdam	IV.	157
Bâtiments en fer. — Analyse du mémoire de M. Dupuy de Lôme; par M. Guiette, ingénieur du génie maritime.	V.	405
Construction des navires, chaudières et machines à vapeur de l'Angleterre; par M. E. Sadoine, ingénieur de la marine.	IX.	377
Propulseur sous-marin; par M. E. Sadoine.	X.	195
Propulsion des bateaux à vapeur; par M. E. Sadoine.	X.	5

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
ÉCLUSES.		
: *Rivières et canaux*, *Constructions* et *Ports*.)		
ÉCONOMIE PUBLIQUE		
sur les pensions des fonctionnaires, de leurs veuves et de phelins; par M. Aug. Visschers, directeur de l'administra- mines	II.	391
ENSEIGNEMENT INDUSTRIEL.		
ne.	XII.	403
FONDERIE DE CANONS.		
(Voir : *Artillerie*.)		
GÉOLOGIE.		
on entre les terrains primaires de la Bretagne et ceux de la e; par M. J. Bronne, élève-ingénieur des mines	X.	265
d'altération des eaux potables de la ville de Bruxelles et de eue; par M. De Vaux.	XI.	345
ır les terrains tertiaires de la Belgique et de la Flandre e; par sir Charles Lyell, membre de la société royale de , vice-président de la société géologique de la même ville; par Ch. Le Hardy de Beaulieu, professeur à l'École des u Hainaut, et Albert Toilliez, ingénieur au corps des mines.	XIV.	359
entrionale du Luxembourg. — Description géologique; par Clément, aspirant ingénieur des mines	VIII.	213

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉR[OS] des volumes.
INDUSTRIE.	
Procédé héliographique de M. Niepce de Saint-Victor	XIV.
Rapport sur l'exposition des produits de l'industrie française en 1849; par M. J. Gilon	VIII.
MACHINES.	
Transformation de mouvement; par M. A. Demanet, lieutenant-colonel du génie	VII.
MACHINES A VAPEUR.	
Appareil d'alarme; par M. J. Chaudron, sous-ingénieur des mines. .	VI.
Id. de sûreté pour les chaudières	VIII.
Id. de M. Jacquemet.— Rapport fait à la commission des procédés nouveaux.	III.
Causes d'explosion des machines à vapeur; par M. J. Du Pré	V.
Chaudières à haute pression à bord des bateaux à vapeur. — Rapport par M. Prisse, ingénieur-adjoint	I.
Chaudière à tubes chauffeurs; par M. Ch. Beer, aspirant des mines.	X.
Chaudières à vapeur. — Système Testud.— Rapport à la commission des procédés nouveaux; par M. De Vaux.	X.
Flotteur d'alarme; par M. Ch. Beer, aspirant des mines de 2e classe.	VIII.
Incrustations dans les chaudières. — Considérations sur la nature de ces incrustations; par M. E. Vanden Corput, chimiste du musée royal de l'industrie.	XIV.
Machine à vapeur rotative, et appareil alimentaire.—Description, par M. Aug. Fabry, aspirant des mines.	VI.
Machines d'épuisement; par M. L. Trasenster, sous-ingénieur des mines, professeur d'exploitation à l'université de Liége.	VII.
Manomètre métallique. — Rapport fait à l'Association des ingénieurs sortis de l'école de Liége, sur le manomètre métallique de M. Bourdon, perfectionné par M. De Hennault, opticien à Fontaine-l'Évêque; par M. Smits, ingénieur civil des mines, à Couillet	XI.

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
Nettoyage des tubes des chaudières tubulaires.	XIII.	431
Relevé du nombre des machines à vapeur en Belgique	I.	350
Tubes bouilleurs en laiton. — Note sur leur composition pour locomotives; par M. Joseph Andries, sous-ingénieur des ponts et chaussées.	VI.	185
Tubes indicateurs du niveau de l'eau. — Rapport fait à la commission des procédés nouveaux; par M. De Vaux	IX.	225
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.		
Ardoisières d'Angers et de la Meuse. — Rapport par M. J.-B. Poncelet, sous-ingénieur des mines.	III.	317
Asphalte. — Ses applications dans les constructions; par M. Boudin, sous-ingénieur des ponts et chaussées	VI.	157
Asphalte. — Rapport fait à la commission des procédés nouveaux par M. Alph. Belpaire.	VIII.	149
Chaux hydrauliques, ciments, etc. — Exposé succinct des connaissances positives actuelles sur les qualités, le choix et la convenance réciproque des matériaux propres à la fabrication des mortiers, etc.; par M. Carez, sous-ingénieur des ponts et chaussées	II.	244
Chaux hydrauliques, ciments, etc. — Recherches dans la province de Liége, de substances calcaires propres à fournir des chaux hydrauliques ou des ciments; par M. Carez.	II.	286
Id. dans la province de Limbourg.	II.	327
Id. id. de Luxembourg.	IV.	295
Id. id. de Hainaut.	IX.	229
Id. id. de Namur	IX.	275
Ciment d'Anvers. — Notice sur les propriétés de ce ciment, fabriqué par MM. Josson et Delangle; par M. Carez	VI.	185
Ciments de Tournay. — Rapport fait à la commission des procédés nouveaux sur les ciments de M. Leschevin-Lepez; par MM. A. De Vaux, Roget et Dedier.	X.	183
Conservation des bois. — Rapport fait à la commission des procédés nouveaux; par M. Maus.	IV.	79

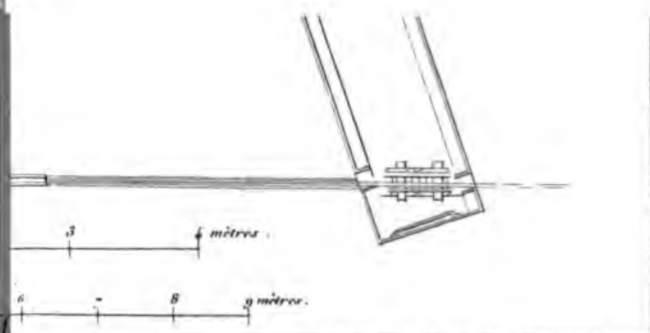
INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
MINES ET MINERAIS.		
Aérage. — Vis pneumatique. — Rapport de M. l'ingénieur en chef Gonot, sur un appareil inventé par M. Motte, mécanicien, à Marchienne-au-Pont.	I.	217
Aérage des mines. — Recherches théoriques et expérimentales; par M. Trasenster.	III.	361
Aérage des mines. — Ventilateur à trois cloches plongeantes; par M. A. De Vaux.	VIII.	575
Analyse de l'enquête ordonnée par le parlement anglais sur le travail des enfants dans les mines	I.	559
Analyse des houilles propres à la fabrication du coke, entreprise par la sous-commission des procédés nouveaux, composée de MM. De Vaux et Chandelon, professeur de chimie industrielle à l'école des mines de Liége	III.	469
Id. id. id. id. . . .	V.	217
Id. id. id. id. . . .	VI.	193
Id. id. id. id. . . .	VII.	169
Appareil pour faire monter et descendre les ouvriers; par M. C. Beer, etc.	IV.	479
Id. Buttgenbach. — Notice par M. Buttgenbach, ingénieur civil à Seraing	IX.	137
Appareils d'éclairage. — Notice sur les appareils proposés pour éteindre, lorsqu'on tente de les ouvrir, les lampes de sûreté employées dans les mines à grisou; par M. V. Bouhy, sous-ingénieur des mines.	XI.	427
Appareil Warocqué. — Machine pour monter et descendre les ouvriers dans les mines	V.	79
Appareils d'extraction. — Notice par M. V. Bouhy	XI.	185
Appareil ventilateur; par M. Aug. Fabry, aspirant des mines . . .	VI.	202
Id. id. — Notice sur l'appareil ventilateur de M. A. Lesoinne, professeur de métallurgie à l'université de Liége; par M. Wellekens, ingénieur en chef des mines.	VII.	207
Arrête-Cuffat. — Extrait d'un rapport fait à l'Association des ingénieurs sortis de l'école de Liége, sur un arrête-cuffat, inventé par M. Herpin; par M. Smits, ingénieur.	XI.	465
Bassin de Seraing. — Progrès dans l'art d'exploiter la houille; par MM. Mueseler, ingénieur des mines, et C. Buttgenbach, directeur des charbonnages des Six-Boniers, à Seraing	V.	575

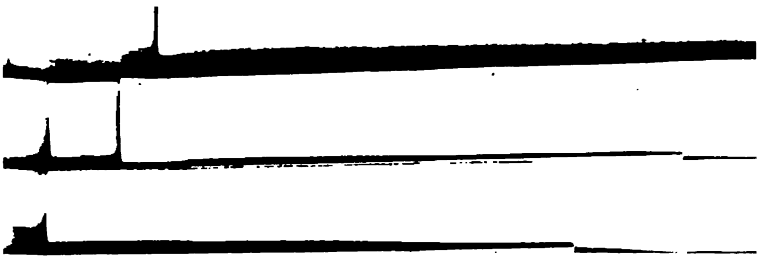
INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
ion et traitement des substances minérales en Belgique (1er ar- — Mines de houille	I.	179
ion et traitement, etc. (2e article). — Mines métalliques, minéralurgiques.	II.	70
dans une mine en Angleterre. — Notice sur le coup de feu éclaté dans la houillère d'Ashwell, près de Durham, en Angle- par M. A. De Vaux	VII.	595
de gaz hydrogène carboné. — Notice par M. F. Jochams, ieur des mines.	X.	77
cheminées d'aérage; par M. F. Jochams.	XI.	587
souterrains. — Notice sur les moyens de combattre ces in- s; par M. A. Jottrand, sous-ingénieur honoraire des mines.	XI.	259
souterrains. — Notice par M. Jochams.	XI.	309
r pour l'aérage des mines; par M. A. De Vaux	VI.	55
on pratique sur l'emploi de la lampe de M. l'ingénieur Mueseler.	I.	509
des mines de Prusse	XII.	425
le sûreté. — Instruction pratique sur l'emploi de la lampe de ngénieur Mueseler, rédigée par ordre du ministre des travaux s	I.	540
le sûreté. — Notice sur un système de fermeture des lampes eté, employées dans les mines à grisou; par M. G. Arnould, nt ingénieur des mines	XII.	255
à monter et à descendre les ouvriers. — Mémoire par Delvaux de Fenffe	IV.	37
d'épuisement. — Rapport sur les divers systèmes de machines eur appliqués à l'épuisement des eaux des mines; par M. Gonot, ieur en chef des mines	VII.	81
d'épuisement à traction directe. — Rapport par M. Eugène	IV.	95
d'exhaure. — Balancier hydraulique. — Rapport par audron, sous-ingénieur.	X.	259
e sûreté.	III.	449
de fer de la Campine. — Étude par M. Eug. Bidaut	V.	481
de fer de la province de Hainaut. — Notice par M. V. Bouhy . .	XIV.	225
de la Campine; par M. Eug. Bidaut.	VII.	321
de la province de Namur. — Notice par M. Rucloux, ingénieur nes.	VIII.	157

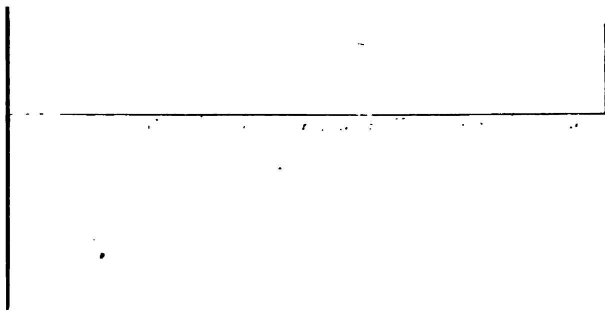
INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
Minerais de fer de la province de Namur. — Étude docimastique ; par M. A. Geoffroy, sous-ingénieur des mines	X.	49
Mines de Newcastle. — Rapport par M. Chaudron	X.	319
Modérateur des machines d'ascension employées dans les mines ; par M. Trasenster	VI.	29
Moyens de sauvetage. — Mémoire sur les moyens de pénétrer dans les mines envahies par les gaz nuisibles ; par M. Hubert Flamache, aspirant-ingénieur au corps des mines, directeur gérant des charbonnages réunies de la Vallée du Piéton, à Roux, près Charleroy. . .	XIV.	85
Parachute-Fontaine. — Notice sur ce parachute, destiné à prévenir la chute des corps, suspendus par des câbles, dans les puits des mines ; par M. V. Bouhy	XII.	187
Parachute-Fontaine. — Notice sur la manière dont ce parachute a fonctionné ; par M. V. Bouhy	XIII.	247
Parachute Joncquet et Demeyer. — Rapport à M. le ministre des travaux publics sur des parachutes à l'usage des houillères ; par M. C. Wellekens	VII.	347
Procédé Kind pour l'établissement de puits de mines. — Notice par M. Chaudron.	XII.	327
Rapport sur les mines du bassin houiller de Saarbrück, par M. Chaudron.	XIII.	5
Roues pneumatiques. — Recherches théoriques ; par M. L. Trasenster.	XI.	259
Sables boulants. — Creusement d'un puits vertical. — Notice par M. Hancart, sous-ingénieur honoraire des mines.	VIII.	249
Serrement horizontal en maçonnerie. — Note par M. Toillier, sous-ingénieur au corps des mines.	IV.	341
Serrements et plates-cuves. — Description et prix de revient approximatif, etc. ; par M. Lambert.	IV.	351
Sur l'emploi de la boussole dans les mines	I.	249
Terrains mouvants. — Creusement de galeries ; par M. V. Bouhy . .	VIII.	257
Ventilateurs. — Recherches expérimentales sur les appareils destinés à l'aérage des travaux souterrains ; par M. Jochams.	XI.	5
Ventilateur Struve. — Note par M. De Vaux	VIII.	375
NAVIGATION.		
(Voir : *Rivières* et *Canaux*.)		

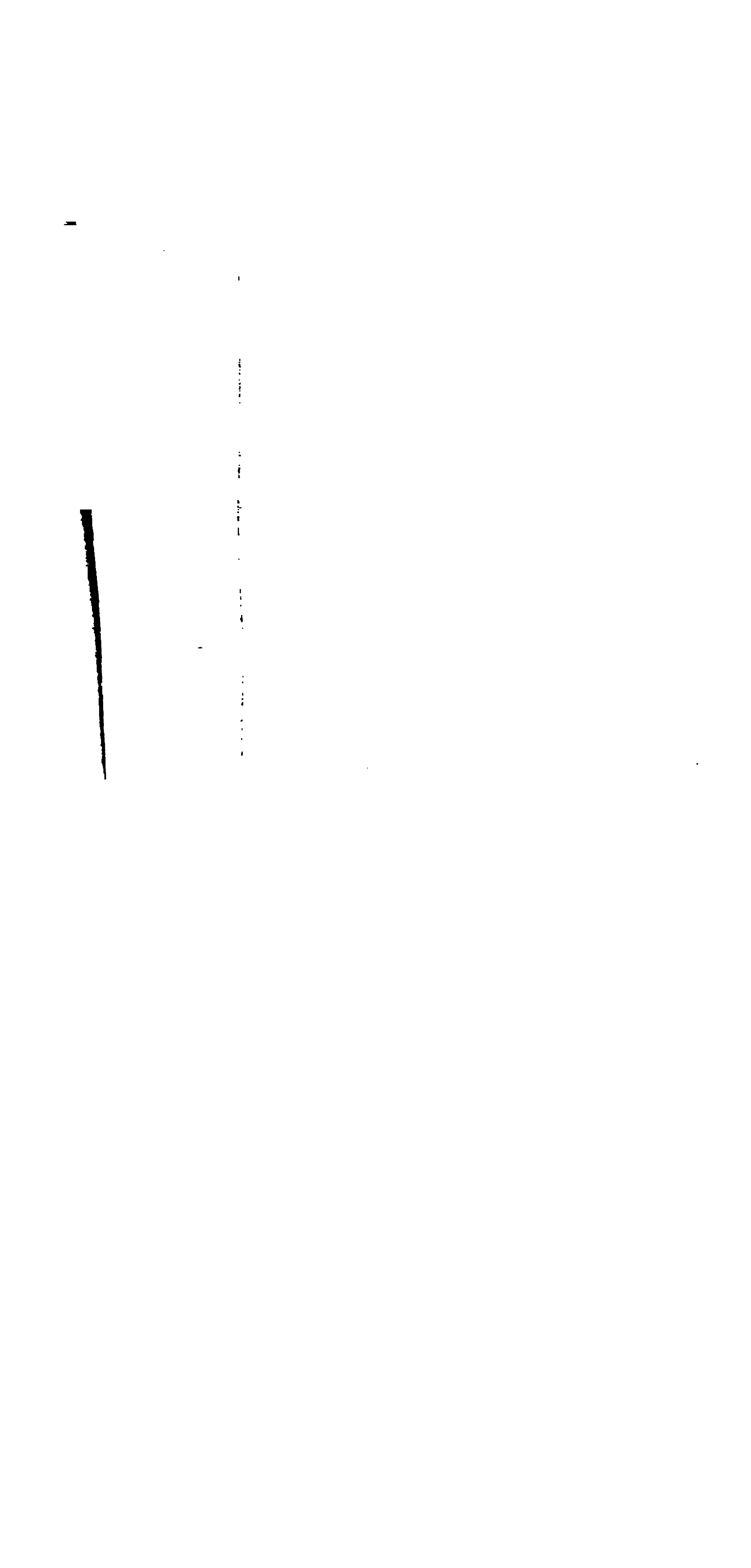
INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
PISCICULTURE.		
r la pisciculture, par M. De Clercq, sous-ingénieur des ponts aussées	XIV.	507
s sur la pisciculture adressés à M. le ministre des travaux ics; par M. G.-A. De Clercq	XIII.	253
POLDERS.		
n des polders	XIII.	137
du Bas-Escaut en Belgique; par M. Kümmer, ingénieur en des ponts et chaussées	II.	5
PONTS.		
(Voir : *Constructions.*)		
PORTS.		
e commerce. — Compte rendu par M. A. De Vaux	XIII.	421
Anvers — Description succincte de ce port	XIII.	533
Bremerhaven. — Notice sur les ports de Brême, Bremerhaven e Hambourg, suivie de quelques considérations sur le port d'An- ; par MM. Kümmer et Lebens	XII.	221
Calais. — Écluse de chasse. — Accident	XII.	421
Gênes. — Compte rendu; par M. De Vaux	XIII.	421
Ostende. — Notice sur l'histoire hydrographique du port; par Alph. Belpaire, ingénieur des ponts et chaussées	XII.	271
Havre.— Notice par M. Kümmer, etc.	XIII.	503
RIVIÈRES ET CANAUX.		
le Bruxelles à Charleroi	IV.	483
id. au Rupel	I.	120

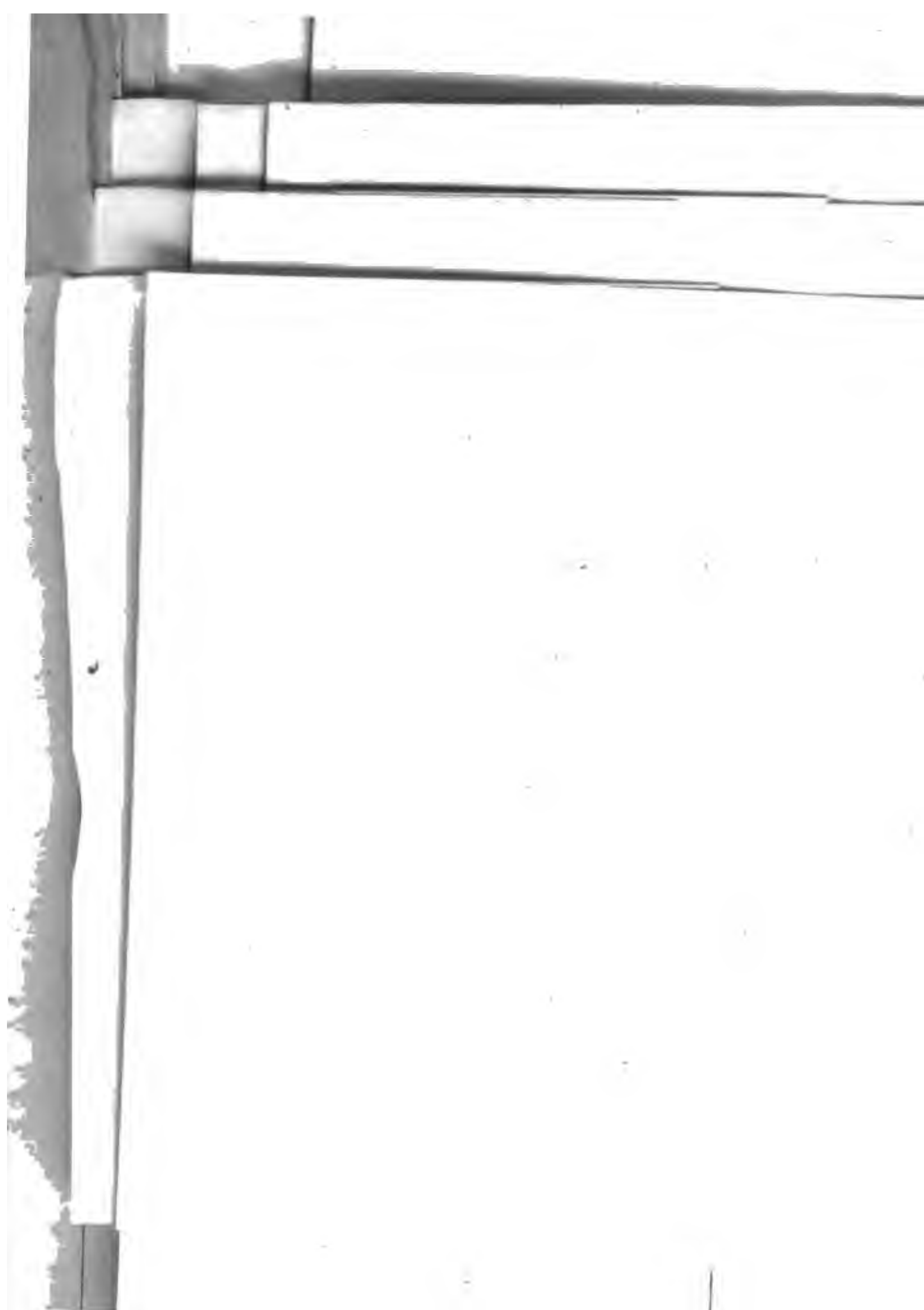
INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
Canal de Pommerœul à Antoing. — Notice sur l'alimentation du canal; par M. Gombert, ingénieur des ponts et chaussées.	XII.	339
Meuse. — Amélioration en aval du pont de Huy; par M. H. Guillery, ingénieur en chef des ponts et chaussées	III.	265
Meuse. — Amélioration de l'amont à l'aval de Liége.	V.	222
Id. id. Réponse au mémoire de feu M. l'ingénieur en chef Guillery; par M. Kümmer.	X.	159
Id. — Composition des eaux. — Note par M. Chandelon.	IX.	201
Id. — Détails historiques; par M. H. Guillery.	I.	76
Id. — Fret sur la Meuse et sur ses affluents, rivières et canaux; par M. H. Guillery.	III.	295
Id. — Variations diurnes des eaux. — Détermination de l'étiage. — Crues extraordinaires et débâcles; par M. H. Guillery.	II.	361
Id. — Variations diurnes de la Meuse et de l'Ourthe; par M. Guillery	IV.	425
Id. id. id.	VI.	409
Id. id. id.	VII.	253
Id. id. id.	IX.	5
Id. — Voyageurs et marchandises.	IV.	473
Id. id. id.	VI.	441
Id. id. id.	VII.	299
Navigation dans le bassin de la Haine; par M. Vifquain, inspecteur divisionnaire des ponts et chaussées.	II.	95
Id. id. id.	IV.	171
Ourthe; par M. H. Guillery.	V.	97
Passes navigables; par M. Guillery.	III.	171
Rupel. — Amélioration; par M. Alph. Belpaire	III.	65
Statistique des rivières et canaux en Belgique; par M. Wellens, ingénieur en chef des ponts et chaussées.	XIII.	51
Voies navigables en Belgique. — Considérations historiques suivies de propositions diverses ayant pour objet l'amélioration et l'extension de la navigation; par M. Vifquain	I.	307

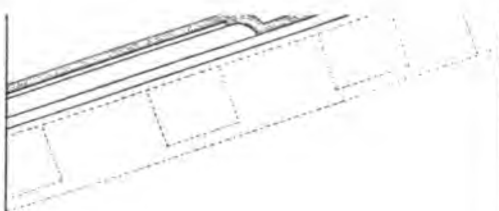

3
4 mètres.
6
8
9 mètres.











10 9

uales



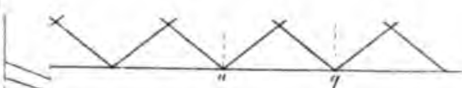




nètre .

7 8 9 10 mètres

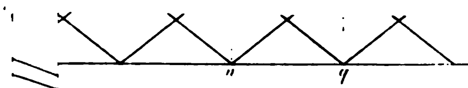
es des trav. publ. E. Hasseau Sculp. Imp. de H. Borremans à Brux.



ales des tra







ıales des traı

PL. VIII

head

M

PL. VII



PL. VIII





PL. IX.



PL. XI.







